Е. САПАРИНА „АГА!" И ЕГО СЕКРЕТЫ




АГА!

ЕЛЕНА САПАРИНА

И ЕГО СЕКРЕТЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЦК ВЛКСМ
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»
1967

6П215
С19

Вы бы не хотели, скажем, изобрести что-то или открыть новый физический закон, а то и сочинить поэму или написать концерт для фортепьяно с оркестром?

Не плохо бы, верно? Только как это сделать? Говорят, Шиллер уверял, будто сочинять стихи ему помогает запах гнилых яблок. И потому, принимаясь за работу, всегда клал их в ящик письменного стола. А физик Гельмгольц поступал иначе. Разложив все мысленно по полочкам, он дожидался вечера и медленно поднимался на гору лесной дорогой. Во время такой прогулки приходило нужное решение.

Словом, сколько умов, столько способов заставить мозг работать творчески. А нет ли каких-то строго научных правил? Одинаковы ли они для математиков, биологов, инженеров, поэ-

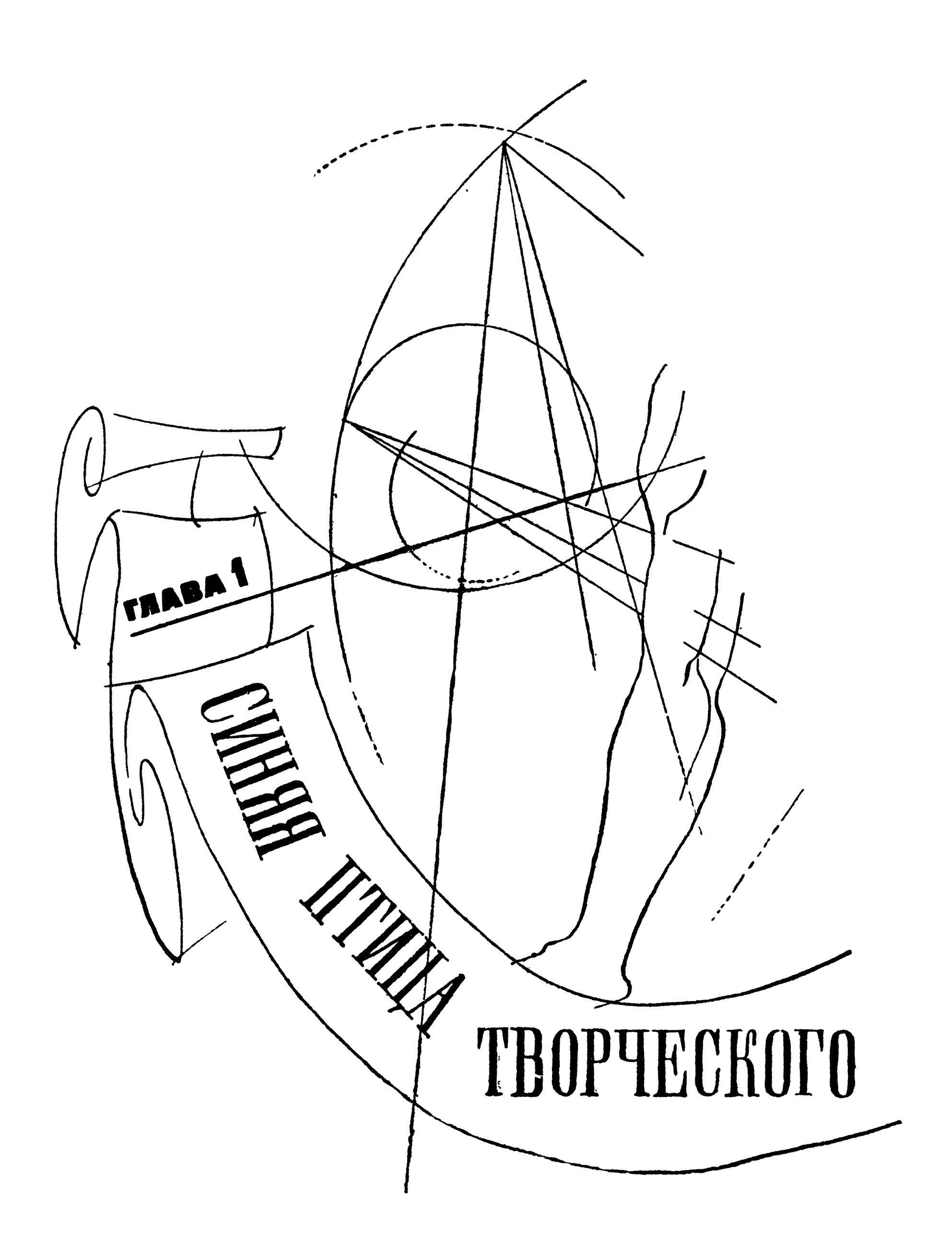
Художники: Г. БОЙКО, И. ШАЛИТО

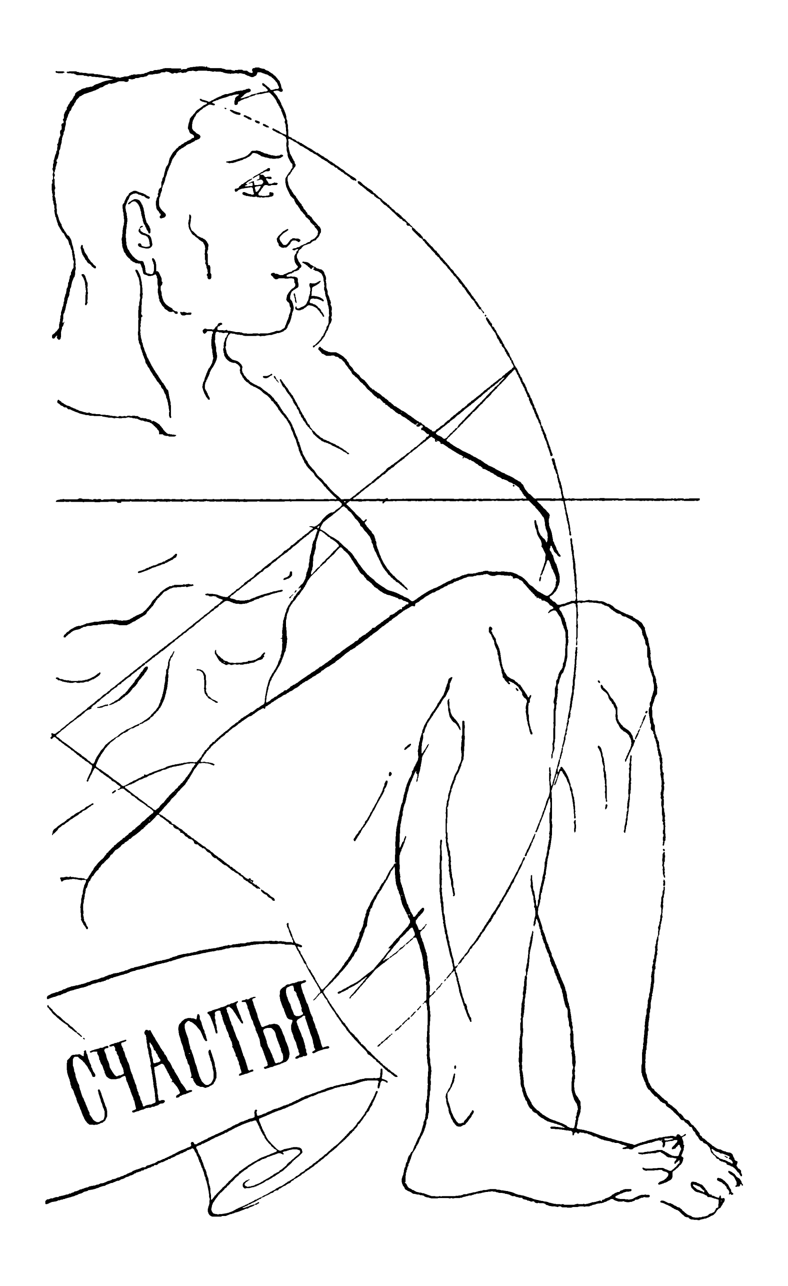
тов, художников? Да и существуют ли такие приемы, или каждый должен полагаться на свои природные способности и капризы вдохновения?

Это тем более важно знать, что теперь появились «электронные ньютоны» — машины, специальность которых делать открытия. Но их еще нужно учить.

Решающее слово здесь принадлежит биологам: именно они должны давать рецепты инженерам. А биологи и сами знают о том, как мы думаем, далеко не все. Им предстоит еще активнее исследовать лабораторию нашего мышления.

О том, как ведутся эти исследования, как постепенно «умнеют» машины, как они учатся и как их учат, — словом, о новой науке эвристике рассказывает эта книга.


ГЛАВА 1
СИНЯЯ ПТИЦА
ТВОРЧЕСКОГО


СЧАСТЬЯ

СКАЗКА ЕГО ЖИЗНИ

— Могу я видеть братьев Гримм?

Служанка, отворившая дверь, с сомнением оглядела нескладного долговязого посетителя. «Бог мой, до чего он худ и длинен, руки на целую четверть торчат из рукавов, а ноги тонки, как у птицы, да и сам он чем-то похож... на аиста... — Она с любопытством рассматривала странного посетителя. — Кто бы это мог быть? Ладони его рук широки и грубы, как у плотника, а башмаки, о мой бог, до чего же они огромны! Господину, видимо, не приходилось опасаться, что кто-нибудь случайно подменит его галоши... Господину? Да, такой красивый камзол с пышным бантом плотник не наденет даже в праздник...»

Увидев, что посетитель нетерпеливо поддергивает короткие рукава камзола, служанка как можно вежливее спросила:

— Кого из братьев вы желаете видеть?

Того, который больше написал.

— Яков ученее, невольно улыбнувшись, ответила она.

— Ну, так и ведите меня к нему...

Яков Гримм поднял на вошедшего спокойные доброжелательные глаза.

— Я являюсь к вам безо всякого рекомендательного письма, надеясь, что имя мое вам не безызвестно, — напыщенно произнес тот.

— Кто вы?

Посетитель назвал себя. Гримм с некоторым смущением ответил:

Что-то я не слыхал вашего имени. Что вы написали?

Теперь, в свою очередь, смутился гость.

— Тоже сказки, — неуверенно произнес он.

— Я их не знаю... Прошу вас, назовите другое ваше произведение, может, оно мне знакомо.

Посетитель перечислял, но Гримм только покачивал головой. Странному гостю стало, видно, не по себе:

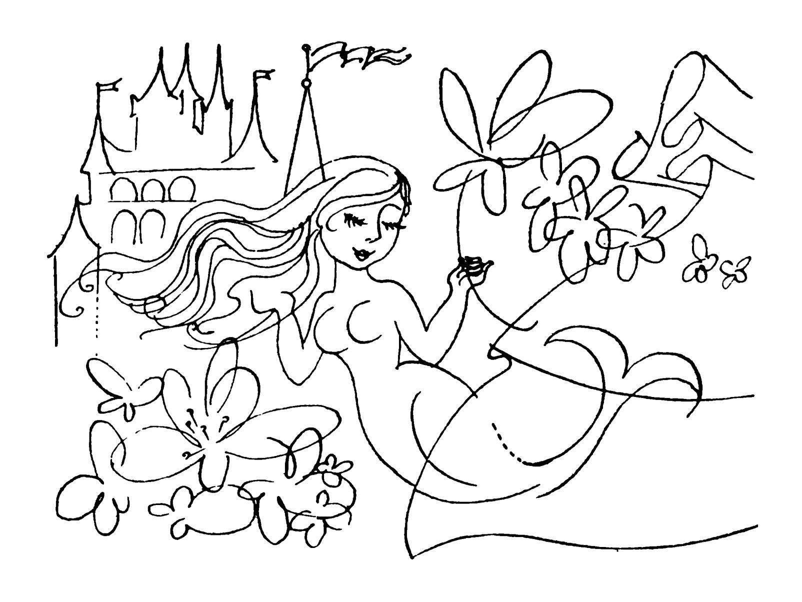
— Что вы должны обо мне подумать, — сбивчиво пробормотал он. — Пришел к вам ни с того ни с сего и говорю только о своих сочинениях! И все-таки вы знаете меня, — вдруг оживился он. — Есть сборник сказок разных народов, он посвящен вам, там есть и одна из моих сказок.

— Я и этой книги не читал, — добродушно ответил Гримм. — Однако я очень рад вас видеть у себя. Позвольте мне познакомить вас со своим братом Вильгельмом...

Но чудаковатый посетитель торопливо пожал хозяину руку и поспешил удалиться. Было видно, что он очень расстроен своим неудачным визитом к знаменитым немецким сказочникам. Подумать только: все в один голос говорили, что в Берлине его хорошо знают и ждут, а оказывается, как раз те, с кем он надеялся о многом поговорить, про него даже не слыхали. Может быть, правы земляки, насмехавшиеся над его поездками. «Наш сказочник гоняется за славой по всей Европе», — говорили они.

А разве простое тщеславие руководит им? Ведь человек, прославивший себя за границей, делает честь своей родине. Что касается славы, то одним своим появлением ее не создать. Его знают за границей не просто как известного датчанина, а как поэта, сказочника. Чем же он виноват, что его сказки пришлись по душе и немцам, и англичанам, и французам. Ведь недаром он получил столько приглашений. Короли и герцоги наперебой зазывали его в гости, упрашивая прочесть новую сказку.

Шуман и Мендельсон были так любезны, что исполнили специально для него свои новые произве-



дения. Гёте первый подошел к нему на литературном вечере и представился. А милый Диккенс, у которого он гостил, его прелестная жена и пятеро ребятишек стали близкими друзьями. Совсем незнакомые люди присылали ему восторженные письма. На улицах его узнавали, ему кланялись, и он сам, когда никто не видел, раскланивался со своими портретами в витринах. А проходя мимо многочисленных зеркал в залах королевских дворцов, не мог удержаться, чтобы не состроить «гениальное» лицо!

Тем обиднее, когда вдруг сталкиваешься с равнодушием или откровенной неприязнью, которой так и сквозят отзывы копенгагенских критиков. Почему на родине его не признают? Или на этих заплесневелых островах и умы покрылись плесенью скуки?

Может быть, все это и пустяки. Но он никак не научится не обращать внимания на мелкие уколы самолюбия, пересуды сплетников, недоброжелательные отзывы завистников, злые выпады «друзей»...

Вот и сейчас, в Берлине, выйдя из дома братьев



Гримм, он едва сдержал слезы обиды и разочарования.

Всегда его подводит простодушие, как будто он все еще тот наивный подросток, которому ничего не стоило запросто прийти к известной балерине и просить устроить его в театр. Он еще, помнится, снял сапоги и выделывал немыслимые па в одних чулках. Бедная женщина, она, конечно, приняла его за сумасшедшего. А директор театра, к которому он явился тоже без

всякой рекомендации, просто страстно желая стать актером? Он не предлагал накормить его на кухне обедом, как балерина, а пытался объяснить, что внешность у просителя малоподходящая для актера. Слишком худ и... как бы это сказать.

— О, это ничего, — перебил его нетерпеливый посетитель. — Лишь бы меня приняли в театр да положили хорошее жалованье, а там уж я быстро растолстею.

Теперь его встречают иначе...

Вообще-то говоря, дело совсем не в именах. Когда в Англии какой-то сельский священник сказал, что все ребятишки в округе знают его сказки наизусть, это было, пожалуй, приятнее, чем просьба королевы прочесть у нее во дворце новую сказку. Просто ему немного хочется потешить свое самолюбие. (Еще бы: сына прачки и бедного башмачника называют теперь «королем сказок». Слышала бы это его мать...)

А вовсе он не взрослый ребенок, каким любят его изображать. Что из того, что он иногда подписывает свои стихи и пьесы другим именем или пишет сам на себя разгромную критическую статью? Разве не забавно слушать потом, как критики и поэты, только что ругавшие почем зря сочинение «этого выскочки», наперебой хвалят «новую поэтическую звезду»? Или шушукаются за его спиной: «Слышали, как досталось некоронованному королю?», не подозревая, что досталось ему от самого себя.

Все дело в том, что он любит выдумывать. Для него это лучшая забава. Как только он появляется у знакомых, все наперебой расспрашивают, не произошло ли с ним сегодня чего-нибудь необыкновенного?

— Со мной нет. Но вот послушайте, какой я знаю изумительный случай, наверно, вы еще не слыхали о нем. Как-то вечером соседские дети остались дома одни и решили попробовать, не удастся ли им оживить старый комод, стоявший в углу... Комод действительно ожил. Но что бы вы думали? Похватал он ребятишек, попрятал в свои ящики и выбежал на улицу. То-то шарахались от него прохожие... Смеетесь?



Хорошо вам смеяться, а каково было бедным родителям?

Слушая такие рассказы, один из знакомых как-то не удержался и закричал:

Боже мой, ну что он врет! Ведь врет же: почему со мной ничего подобного не случается?!

Чудак, он не знал, что с одним поэтом тоже так было. Он вздумал писать, но почему-то ничего не мог придумать. Пока, наконец, не догадался рассказать о своей беде старой-старой старушке, что жила у городских ворот. И она одолжила ему свои очки и слуховую трубку. И сразу все вокруг поэта ожило. В каждой картофелине, в каждом кусте терновника он увидел столько занимательного!..

— Ну, уж вам-то не пришлось бы одалживать волшебные очки, — смеялись друзья. — Вы и так вы-

думщик хоть куда. До сих пор удивляемся, как это вы написали целую книгу. И о чем! О путешествии по Копенгагену. Хорошо путешествие — по скучным копенгагенским улицам.

— Скучным? Вы сказали — скучным? Да знаете ли, сколько забавного по дороге, какие причудливые мысли приходят в голову, какие удивительные случаются истории. Как-то встретил на пустынной заснеженной улице мяукавшего кота. Но ведь поэт понимает и кошачий язык. Тем более что кот-то — коллега, сочинитель. И какие элегии он пел о пустых, глупых кошках, думающих только о молоке да сале... Жаль только, что ночной сторож испортил беседу, крикнув что есть силы: «Брысь, сатанинское отродье!»

— Вы невозможный фантазер, — улыбались друзья. — Поезжайте в настоящее путешествие и напишите все, что увидите.

А когда он увидел не то, что другие, его снова подняли на смех. Какие могут быть эльфы в ночном пыльном дилижансе, среди храпящих соседей?

Да вот же они, посмотрите: видите, как мелькают в траве лунные блики, маячат неясные тени? Это неугомонные эльфы пляшут в траве и катаются на шариках-росинках.

— Вы неисправимы,— сказал знаменитый поэт Геллер. — Это же все выдумки, сказки какие-то. А кто



в наше время интересуется сказками? Бросьте это пустое занятие.

— Пишите сказки, — говорил ему известный физик Эрстед, — они прославят вас.

И кто бы мог подумать, что ученый окажется прозорливее литератора.

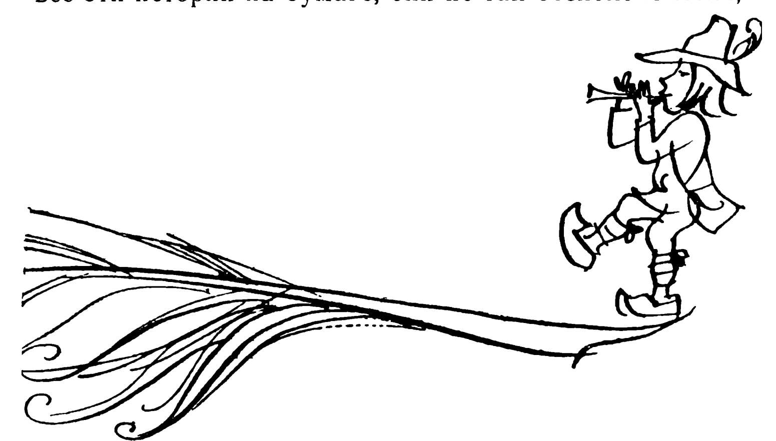
Сказки? Почему бы и нет. Ведь он столько слышал их в детстве и столько рассказывал детям сам. Во всех знакомых домах дети ждут его прихода больше, чем взрослые.

— Будет сегодня сказка?

— Сейчас поищем.

С серьезным видом этот чудак обшаривал карманы сюртука. А сам оглядывался по сторонам. Вот синий дракон, нарисованный на большой китайской вазе... Ах, какую великолепную историю можно про него придумать... Вот смешная копилка — свинка, важная от гордости, что битком набита монетами, а это старая лайковая перчатка, нищий щеголь воротничок, бумажная балерина... Вот их сколько, сказочных героев и героинь.

Он устраивался поуютнее в своей наполненной цветами и книгами комнате, разводил в камине огонь, и тогда воображение услужливо подсказывало ему сказку за сказкой. Только успевай записывать. «Когда все эти истории на бумаге, они не так беспокоят меня,



как когда роем теснятся в голове», — признавался он потом.

Устав от работы, он отправлялся на одну из тех прогулок по Копенгагену, которые так любил. Каждый забор, каждый цветок за ним словно бы говорил: «Погляди на меня, и у тебя будет моя история». Стоило ему посмотреть, как и впрямь готовы были новые истории: о спесивых улитках или жирных, важных утках, о стручке гороха или бедной больной ласточке...

Он заходил к друзьям. Там шестилетняя дочка знакомого поэта грустила у завядших цветов.

— Неужели они умерли? — со слезами спрашивала она.

Конечно, нет, — горячо уверял он. И рассказывал ей на ходу придуманную историю о том, как по ночам цветы превращаются в красивых бабочек и отправляются на бал танцевать с эльфами веселые танцы.

Развеселив и успокоив девочку, он поднимался в кабинет к ее отцу, известному поэту. Тот задумчиво рассматривал на свет осколок стекла.

— Смотрите, как долго эта бутылка удивительное создание человеческих рук — служила мне,— мечтательно говорил поэт. — А теперь вот что от нее осталось, только горлышко, годное разве что быть стаканчиком для какой-нибудь птицы. Почему бы вам не написать поэтическую историю... о бутылочном горлышке?

Его друг ученый Эрстед долго объяснял суть своей работы об электромагнетизме, а потом, усмехнувшись, добавил:

— Впрочем, для поэта это, пожалуй, слишком сложно. Послушайте лучше историю попроще — об обычной капле воды. Может быть, она вам пригодится?

Диккенс вместе с многочисленными приветами от своей большой семьи писал, между прочим, об одной любопытной истории — возьмите ее на заметку, если понравится, которую где-то слышал (или придумал сам). Речь шла о навозном жуке, что жил в той

же конюшне, где и лошадь хозяина. Просидев в теплой конюшне всю жизнь, он стал требовать награды: пусть и его, как эту скотину, подковывают золотыми подковами. Разве он не из императорской конюшни?

Торвальдсен, скульптор, встречал его веселой улыбкой.

— Ну, какую сказку вы принесли на этот раз? Нет никакой? Может ли это быть? Ведь вы можете написать обо всем, хоть... о штопальной игле.

И он писал о штопальной игле, навозном жуке, капле воды, бутылочном горлышке... Одна история удивительнее другой. Драгоценные блестки его воображения. Воображение помогло ему стать поэтом, создать волшебные сказки из, казалось бы, совсем прозаических историй, наполнило его обыденный мир невероятными приключениями и саму его жизнь превратило в удивительную сказку. Когда он решил поведать про все, что с ним происходило, то так и назвал новую книгу — «Сказка моей жизни». И подписал ее полным — безо всяких мистификаций — именем: Ханс Кристиан Андерсен.

ДЕНЬ ВЕЛИКОГО ОТКРЫТИЯ

Нет, в этот день не должно было произойти ничего особенного, во всяком случае ничего неожиданного. На понедельник 17 февраля не был назначен решающий эксперимент, профессор не собирался даже провести этот день в лаборатории или за письменным столом. Накануне он уложил чемодан и все, что нужно в дорогу, чтобы утром без задержки ехать на вокзал. Надо было докончить обследование тверских сыроварен, которое он начал еще в декабре, да все за делами не мог попасть в Тверь. А сейчас как раз удобный момент.

В субботу он закончил очередную главу учебника, и дней на десять вполне можно сделать перерыв. Этого хватит, чтобы побывать на сыроварнях и написать отчет, как обстоят там дела. Чтобы не терять

зря времени, он просил оформить отпускное свидетельство с понедельника. Сейчас его принесут, и он поедет на вокзал.

Сторож и в самом деле подал ему вскоре письмо. Профессор распечатал его: так... отпускное свидетельство... выдано на срок с 17 по 28 февраля... Да, дольше задерживаться ему никак нельзя, потому что надо скорее заканчивать учебник, студентам трудно заниматься без пособия, в котором курс излагался бы систематически. Он взялся за эту сложную работу, надеясь найти какой-то принцип, из которого было бы ясно, почему, скажем, после щелочных металлов следовало описывать щелочно-земельные, а не какие-нибудь другие.

Ведь должно же быть какое-то объяснение тому, что рядом с очень активными металлами калием и натрием должны находиться весьма близкие по свойствам бериллий и магний, а не газы вроде фтора и хлора. Как раз на щелочных металлах он и остановился. Описание их закончено. С чего начинать следующую главу? Ясно, что с наиболее близких им — бериллия и магния.

Но это ему ясно, потому что он по крайней мере два десятка лет изучает свойства разных веществ и довольно много о них знает... А как объяснить студентам, почему одни вещества похожи, как братья, а другие настолько различны, что кажется, будто сделаны совсем из другого теста... Ведь и там и тут основа одна: и металл натрий и газ фтор состоят из мельчайших частиц вещества — атомов... разных атомов... Позвольте, позвольте... а что, если именно атомный вес и есть то общее, что объединяет все вещества в единую систему?.. Надо сравнить, и в первую очередь не родственные, а как раз далекие по свойствам вещества, и именно их атомные веса, а не валентность или что там обычно сопоставляют...

Профессор поискал, на чем бы записать этот неожиданный вывод, не нашел под рукой свободного листа бумаги, схватил письмо, отодвинул кружку с чаем, которую, задумавшись, поставил на него, и

прямо на обороте своего отпускного свидетельства вывел два ряда химических символов...

Если бы он знал, как будут искать потом это письмо с черновыми записями, как станут вглядываться в каждую зачеркнутую им цифру, в каждую неразборчивую букву, наспех записанную рядом с расплывшимся пятном от кружки с чаем!

Он был очень педантичен, никогда не выбрасывал никаких черновиков и писем, но писал так много, что в его громадном архиве эти документы нашли лишь недавно. А тем временем сложились разные версии того, как произошло само событие.

Друг геолог зашел к нему домой как раз в то время. Он застал профессора в чрезвычайно мрачном настроении. Тот стоял у конторки и сосредоточенно писал что-то. С горечью пожаловался он другу, что никак не может выразить найденную закономерность, хотя в голове уже все сложилось.

Как рассказывал потом друг ученого, профессор проработал, не отходя от конторки, трое суток, но так ничего и не добился. Измученный, он прилег прямо здесь, в кабинете, на диван и заснул. И во сне ясно увидел, в каком порядке надо расположить химические элементы, чтобы была видна их взаимная зависимость. В волнении он проснулся и тотчас записал увиденное во сне на первом попавшемся клочке бумаги. Во всяком случае, так говорится об этом в одной популярной книжке для детей.

Сын профессора рассказывал совсем другое. Отец его будто бы сделал открытие в какой-то мере случайно. Он написал названия всех известных в то время химических элементов и коротко их свойства на отдельных карточках и, раскладывая что-то вроде пасьянса, натолкнулся на не замеченную раньше закономерность. Так утверждают все учебники химии.

Когда спрашивали самого профессора, он, пожимая плечами, отвечал: «Искать чего-либо, хотя бы и грибов или какую-либо зависимость, нельзя иначе, как смотря и пробуя...» И никто не догадался расспросить подробнее, как именно он пробовал и на что обращал внимание в первую очередь. По горячим



следам проследить за ходом его мыслей было, разумеется, легче. Правда, открытие оказалось настолько значительно, что целые десятилетия ушли на его разработку и уточнение. До того ли было, чтобы выяснять, как же совершился сам факт научной находки. А когда заинтересовались всерьез и этим, расспраши-

вать оказалось уже некого: ни профессора, ни его друзей, ни даже его сына не осталось в живых.

Пришлось обращаться к архивам. И по черновикам, наброскам, письмам шаг за шагом удалось восстановить все события того знаменитого дня. Собственно, не события даже, а ход мыслей профессора, потому что он отложил поездку и весь день провел в своем рабочем кабинете, составляя таблицы, вычисляя, перекомпоновывая...

Нет, он, как мы знаем, не собирался в этот день заниматься научной работой. Он должен был уехать в Тверь, на сыроварни. Накануне он закончил очередную главу учебника, который взялся писать, когда начал читать в университете курс лекций по химии и обнаружил, что читать, собственно, не по чему. Он перебрал все учебники и книги по химии и ни в одной из них не нашел систематического изложения предмета.

Что порекомендовать студентам?

И он решил сам написать учебник, надеясь по ходу дела найти какой-то рациональный принцип для систематизации многочисленных химических элементов. Но вот закончены первая часть учебника и две главы следующей, а нужное объяснение все не отыскивалось. С описания каких элементов начинать очередную главу?

Эти мысли не выходили у профессора из головы. Ведь он не сомневался, что в огромном разнообразии химических элементов существует какая-то общность, благодаря которой родственные семейства обладают схожими свойствами.

За завтраком профессору, видимо, пришла мысль сопоставить между собой не близкие по свойствам вещества, что неоднократно делали до него, а как раз противоположные. Ведь если есть во всем этом многообразии какая-то система, то она должна проявиться именно при сравнении непохожих химических элементов.

Но что взять за основу для сравнения? И тут новое озарение. Конечно, атомные веса: разные вещества различаются в первую очередь по атомному весу,

это их основное, качественное различие. А что такое атомный вес, как не главное свойство атома, мельчайшей, как тогда думали, частицы вещества? Значит, и сравнивать вещества надо по величине атомных весов.

Может, тут ключ к решению всей задачи? Это надо было проверить немедленно. Он начал писать прямо на обороте только что полученного письма с отпускным свидетельством.

В первом ряду: калий, натрий — щелочные активнейшие металлы, под ними другая группа не таких активных металлов. Торопясь, зачеркивая, исправляя, профессор стал вычислять разницу их атомных весов. Как будто наметилась определенная зависимость, только места для вычислений не хватило.

Профессор перешел в кабинет, встал у конторки, за которой привык работать, взял чистый лист бумаги и, стараясь не торопиться, обдумывая каждый шаг, начал писать.

Снова выстроились в ряд калий, натрий и все их семейство. Теперь под ними расположились неметаллы — фтор, хлор, бром, йод, взятые из первой части учебника. И сразу же обнаружилась любопытная деталь: атомные веса этих вторых веществ оказались на одну и ту же величину больше, чем у щелочных металлов.

Профессор стал заполнять третью строку — здесь он разместил группу кислорода: та же история. Он подписал дальше семейство азота, под ним углерода... Пока все шло как по маслу. Вскоре 42 элемента из 63 известных в то время выстроились столбцами друг под другом. Шесть групп наиболее изученных элементов, шесть родственных семейств.

И тут новое неожиданное наблюдение: начало второго столбца и конец третьего служили прямым продолжением друг друга. Выходило, что все шесть столбцов можно как бы вытянуть в одну линию, и тогда образуется непрерывный ряд элементов, у которых атомный вес будет постепенно возрастать.

Волнуясь, профессор смотрел на выстроившиеся, как на параде, шеренги химических символов. Как это

он не обратил сразу внимания! Ведь ряд-то к тому же не непрерывный! У каждого восьмого элемента — ровно через семь (как раз по числу строчек в колонке) — удивительным образом повторялись свойства первого. Эти равномерные интервалы ясно говорили о том, что свойства элементов изменяются периодически. Пожалуй, можно было составить таблицу: шесть колонок по семь строчек — сорок два основных элемента войдут в нее. А вот как разместить оставшуюся треть? Атомные веса их вычислены не очень точно, да и сами они изучены меньше.

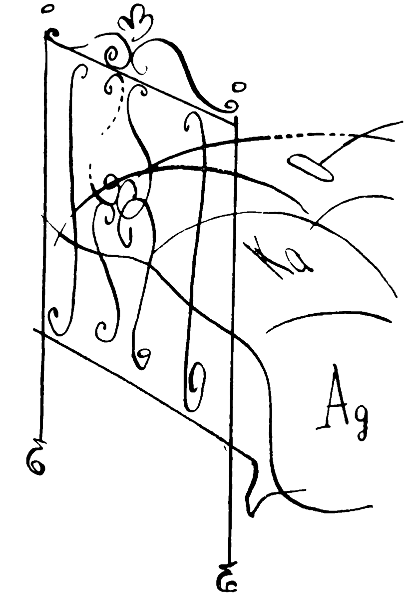
Теперь работа подвигалась не так быстро, не сразу нашли свое место свинец и алюминий. У бора пришлось произвольно изменить атомный вес, чтобы он попал в свое, а не чужое семейство. Долго не хотел становиться в общую шеренгу водород. Атомные веса многих элементов пришлось вычислять заново, он писал цифры тут же, рядом с колонками символов — некогда было отрываться, чтобы не потерять нить рассуждений. Листы испещрились помарками, зачеркнутые, вновь вписанные, исправленные знаки и цифры мешали сосредоточиться, путали картину...

Гулко хлопнула входная дверь. Шаркая валенками, вошел сторож, засветил на столе масляную лампу и стал растапливать большую кафельную печь.

Профессор на секунду оторвался от расчетов... Голова кружилась, от напряжения ломило в висках, как-то особенно остро почувствовалась пустота больших, словно нежилых комнат. Пойти на «семейную» половину? Но и там пусто, жена и дети вот уже которую зиму живут в деревне... Можно пойти в лабораторию, благо это недалеко, всего несколько шагов отделяют его квартиру от рабочих комнат университета, вся жизнь в работе, вот он и поселился тут же, при лаборатории... Да только там сейчас никого уже нет, поздно...

Он чувствовал, что от приподнятого утреннего настроения не осталось и следа. Привычная тоска, щемящая душу жалость к самому себе нахлынули на него, грозя зачеркнуть весь сегодняшний необычный день.

Он резко сдвинул исписанные листы, выхватил кипу чистой бумаги... Он должен, обязательно должен закончить эту таблицу, тогда завтра удастся выехать в Тверь...



Чей-то звучный голос спорил со сторожем...

Кто бы это мог быть? Все думают, что он уже уехал. Это его друг — профессор геологии. Он задержался в аудитории и теперь, проходя мимо, увидел в квартире свет.

— Чем вы заняты?

Профессор попытался объяснить свои затруднения. Тогда-то, видимо, у него и вырвались горькие слова: «В голове все сложилось, а выразить таблицей не могу».

Друг вскоре ушел, а профессор снова взялся за карандаш — простая таблица ему не поможет, столько приходится делать перестановок, надо что-то другое придумать, какую-то подвижную картотеку... И тут он вспомнил про карты, обычные игральные карты. В свои одинокие вечера он так часто раскладывал пасьянс. Как он не догадался сразу? Ведь здесь тоже своего рода пасьянс, только химический... Горизонтальные ряды таблицы, где элементы расположены в зависимости от химических свойств,— это же все равно, что размещение карт по масти. В вертикальных рядах элементы выстроены в зависимости от атомных весов. И это соответствует расположению карт по значению.

Теперь надо было только терпеливо тасовать «карты», пока не сойдется пасьянс.



Профессор разыскал у себя в столе неиспользованные визитные карточки, заполнил их по памяти химическими символами, тут же приписал атомные веса и принялся раскладывать необычную колоду.

К концу дня только семь элементов не имели твердого места в таблице. Но это уже зависело не от него: их надо было дополнительно исследовать, уточнить некоторые свойства, проверить атомные веса. Остальные выстроились в последовательный ряд, где, подчиняясь строгой закономерности, через равные периоды повторялись свойства. В бесконечном многообразии разных веществ с их несхожими «характерами» обнаружилась скрытая раньше естественная закономерность: у каждого химического элемента не случайный набор свойств, они меняются, так сказать, в зависимости от «порядкового номера» элемента в едином строю веществ. А порядковый номер определяется весом атомов, из которых в конечном счете состоят все вещества.

Профессор утомленно прикрыл глаза. Он понимал, что нашел гораздо больше, чем искал. Частный вопрос, с которого он начал поиски, решился сам собой, когда щелочно-земельные металлы, словно для них было заранее заготовлено место, вписались в таблицу. А вот сама таблица была куда более важным открытием.

Надо бы переписать ее начисто, да заодно и уточнить кое-что, а то чего доброго он сам запутается в своих черновиках. Но усталость взяла свое. Профессор уснул тут же в кабинете. Да и не мудрено, за один день он проделал такую гигантскую работу! Трудно поверить, что она по силам одному человеку. Ведь чтобы изложить то же самое в виде статьи, ему понадобится потом десять дней.

Сон его был тревожным, в голове теснились цифры, названия элементов, все эти столбцы, колонки. Мозг продолжал работать. Тогда-то, вероятно, он и увидел во сне полностью законченную, иными словами, переписанную набело таблицу со всеми поправками. Он не мог больше спать, сел к столу, и, схватив по своей привычке первый попавшийся листок (это была половинка почтовой бумаги от присланной ему деловой записки, ее тщательно хранят теперь историки), написал окончательный вариант. Как назвать эту таблицу? Классификация... Нет, лучше система... Периодическая система элементов.

Он подписался: «Д. И. Менделеев». И поставил дату 17 февраля 1869 года.

ПОРТРЕТИСТ «БОЖЬЕЙ МИЛОСТЬЮ»

С полотна смотрел мужчина с крупными чертами лица и уверенным, твердым взглядом. И в то же время какая-то неуловимая мягкость в глазах, а может быть, в округлых линиях лица невольно привлекала внимание, заставляла вглядываться. А присмотревшись, вы видели морщинки усталости у глаз вопреки молодцеватой выправке, добродушно открытый

взгляд, легкую смешинку, спрятавшуюся где-то в уголках век, — то, что в первый раз скользнуло мимо... Несомненно, тут чувствовалась рука мастера, большого мастера... Настолько большого и, главное, настолько знакомого, что пожилому итальянцу, рассматривавшему картину, стало немного не по себе...

Он вгляделся в узорчатую подпись: Орест Кипренский... Этот новичок из Петербурга? Может ли быть? Он готов поручиться, что портрет принадлежит... Он чуть было не произнес вслух.

Ну хорошо, может, он, президент Неаполитанской академии художеств, перестал что-либо понимать в живописи. Тогда пусть скажут остальные члены жюри. Он так и спросит их: как по-вашему, кто написал этот портрет? И наверняка мнение будет единодушным.

Мнения неожиданно разделились.

— Бесспорно, Рубенс, но где вы взяли этот неизвестный портрет?

Пожалуй, Ван-Дейк... Ранний...

— А мне думается, Рембрандт. Эта блестящая техника...

Президент Николини был доволен. Он тоже склонялся к Рубенсу. Мог ли он, итальянец, знаток искусства, не узнать этот теплый коричневый тон, это безукоризненное мастерство... Нет, он бы с закрытыми глазами узнал работу своего соотечественника. И зачем понадобилось этому иностранцу выдавать такой шедевр за свое произведение? На что он рассчитывал: что здесь сидят невежды и не заметят подлого обмана? Какая наглость! Вот он вызовет этого самозванца...

...Перед президентом Неаполитанской академии художеств стоял молодой, слишком молодой, и, пожалуй, слишком красивый, и, уж конечно, больше, чем следовало, самоуверенный человек. И он еще смеет улыбаться...

Николини задохнулся от гнева, но, сдержавшись, холодно объяснил господину Кипренскому, что представленная им работа не может быть выставлена в за-

лах академии, так как, по мнению уважаемых членов жюри, принадлежит не ему.

Улыбка медленно сползла с лица юноши.

— Что вы хотите этим сказать?

— Именно то, что сказал: вы представили не свою работу.

Удивление Кипренского сменилось растерянностью. «Что, уважаемый, не ожидали?» — молча злорадствовал Николини. Благородное негодование переполняло его. Он решительно повернулся к молодому художнику: подумать только, тот опять улыбается.

— Вы напрасно смеетесь, господин Кипренский. Дело серьезнее, чем вам кажется... Соблаговолите ответить, как попал к вам портрет нашего прославленного соотечественника?

Вы имеете в виду...

— Да, да, речь идет о Рубенсе или... Ван-Дейке, хотя я стою на первом. Во всяком случае, картина не могла быть написана художником XIX века, об этом свидетельствуют и техника, и цветовое решение, и композиция. Словом, это мнение знатоков живописи, а не каких-нибудь профанов.

— Но это портрет... моего приемного отца. И работа была уже выставлена в Петербурге... Вы можете справиться по каталогу.

Оставив президента переваривать ошеломляющую новость, Кипренский вышел на улицу. Яркая синева неба, густой и в то же время прозрачный воздух, серебряные на солнце фонтаны, пестрая толпа... Он с удовольствием впитывал краски и запахи южного города. Он приехал, чтобы покорить его, как покорил Петербург. Может быть, это слишком громко сказано, хотя, что делать, ему так нравится быть знаменитым... Но даже в самых тщеславных мечтах он не залетал так высоко, как, сам того не желая, поднял его Николини. Рубенс... Часами простаивал Кипренский перед его холстами, пытаясь разгадать, в чем неотразимая сила великого итальянца. Как постичь тайну его мастерства, эту пленительную легкость кисти, которая словно бы и не касалась холста?

Он, которого считали баловнем судьбы, чей каран-



даш иначе не называли, как «волшебным», чувствовал себя неумелым новичком перед полотнами Рубенса. Нет, положительно президент польстил ему.

А ведь портрет отца — первая его большая работа, он написал его, еще учась в академии. Фактиче-



ски проба сил. Тогда он не был знаком ни с Крыловым, ни с Батюшковым, ни с Пушкиным, ни с Гнедичем, ни с Вяземским, ни с Жуковским, ни с легендарным Денисом Давыдовым или декабристом Муравьевым, портреты которых написал, окончив академию и с головой окунувшись в светскую жизнь. Он был молод, красив, работа давалась ему без труда, и потому легкомыслие не покидало его. Он был принят во дворце.

Принцесса Екатерина в отличие от своего отца, интересовавшегося главным образом военной наукой, увлекалась литературой, искусством. Ее загородный дворец стал чем-то вроде литературного клуба, тут бывали почти все петербургские знаменитости. Живой, впечатлительный Кипренский перезнакомился здесь со многими выдающимися людьми. Он не был усидчив, бог знает когда успевал рисовать. Казалось, кроме танцев, красивых женщин, дружеских вечеринок, его ничто и не интересовало.

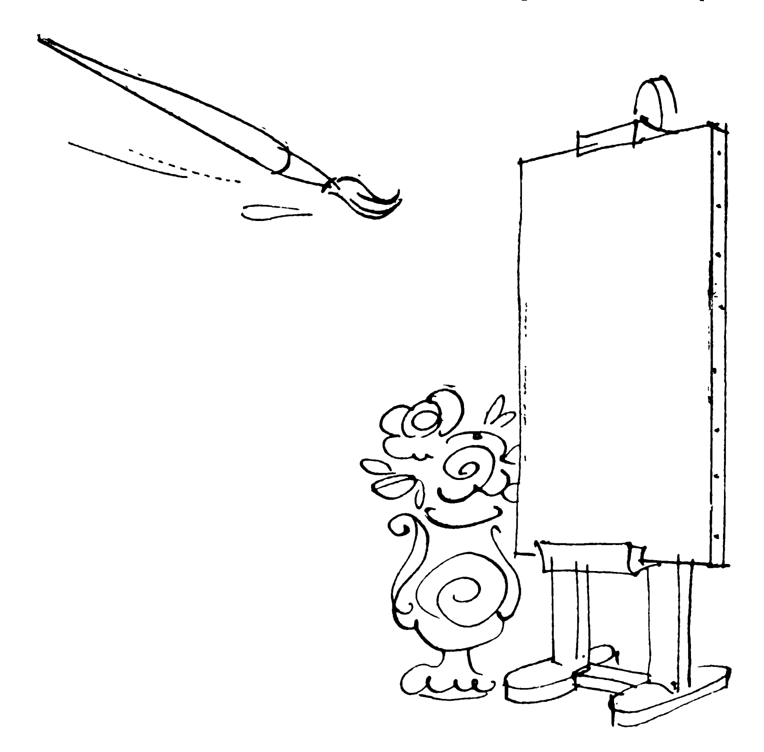
Успех сам давался ему в руки. Его портреты поражали психологической глубиной, совершенной техникой, а легкость, с какой он их создавал, казалась необъяснимой. Ему заказали свои портреты великие

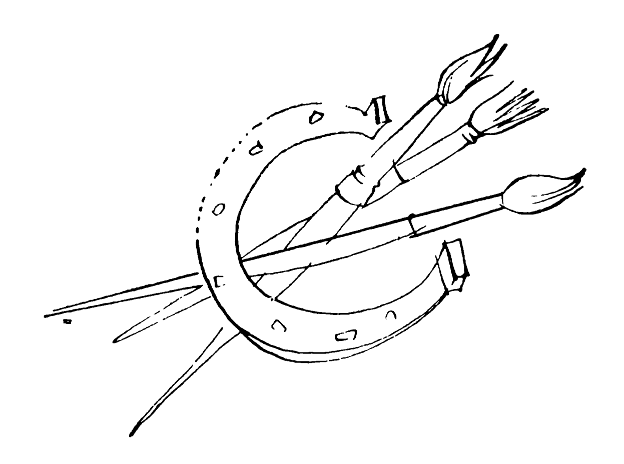
князья. Весь Петербург говорил о его «волшебной кисти», даже в Европе прослышали о новом российском гении.

Он смеялся, если спрашивали, когда он успевает работать. Разве он работает? Он словно бы играет кистью.

Но ведь бывает, что дело не ладится, что-то не выходит, как было задумано, никак не подберет нужную краску, наконец, просто нет настроения писать? Нет, он этого не знает. Его руки безотказно переносят на холст то, что так жадно впитывают глаза. Он не знает сомнений, неудач. Все его картины написаны «на одном дыхании». И если он и не спит порой по ночам, то от избытка, а не от недостатка сил.

Вдохновение? Что же, если эта праздничная при-





поднятость, если слезы от переполняющих впечатлений, обжигающее волнение от сознания своего могущества над красками, эта внутренняя дрожь торжества и есть вдохновение, значит оно не покидает его ни на минуту.

Другие ждали этих благословенных минут неделями, месяцами. И более талантливые, чем он, жадно ловили считанные мгновенья этой неизвестно почему снизошедшей удачи. А многие, так и не дождавшись «божественного откровения», трудились в мастерской от зари до зари. Кипренский ничего не ждал. Шли недели, месяцы, годы, а вдохновенье все так же послушно водило его кистью по холстам. Казалось, ему нет конца, невозможно представить эту свободную, легкую кисть слабой, неуверенной, ошибающейся.

А ему мало было «домашнего» поклонения, он мечтал о еще большем успехе. Его тянуло на родину великих мастеров, он переймет их секреты, станет писать еще лучше, и тогда сама праматерь искусства преклонит перед ним, россиянином, колени. Но именно Италия стала свидетельницей его неудач.

Он растерялся, оказавшись лицом к лицу с великими шедеврами, вдруг почувствовал себя новичком, неудачливым дебютантом. В Риме, Неаполе ему приходилось заново завоевывать себе славу, которой он

был уже отравлен. В погоне за известностью Кипренский изменил себе, своим вкусам, привычкам. Лица живых людей на его полотнах заменили лики святых, реалистические группы уступили место надуманным композициям Христа в окружении младенцев.

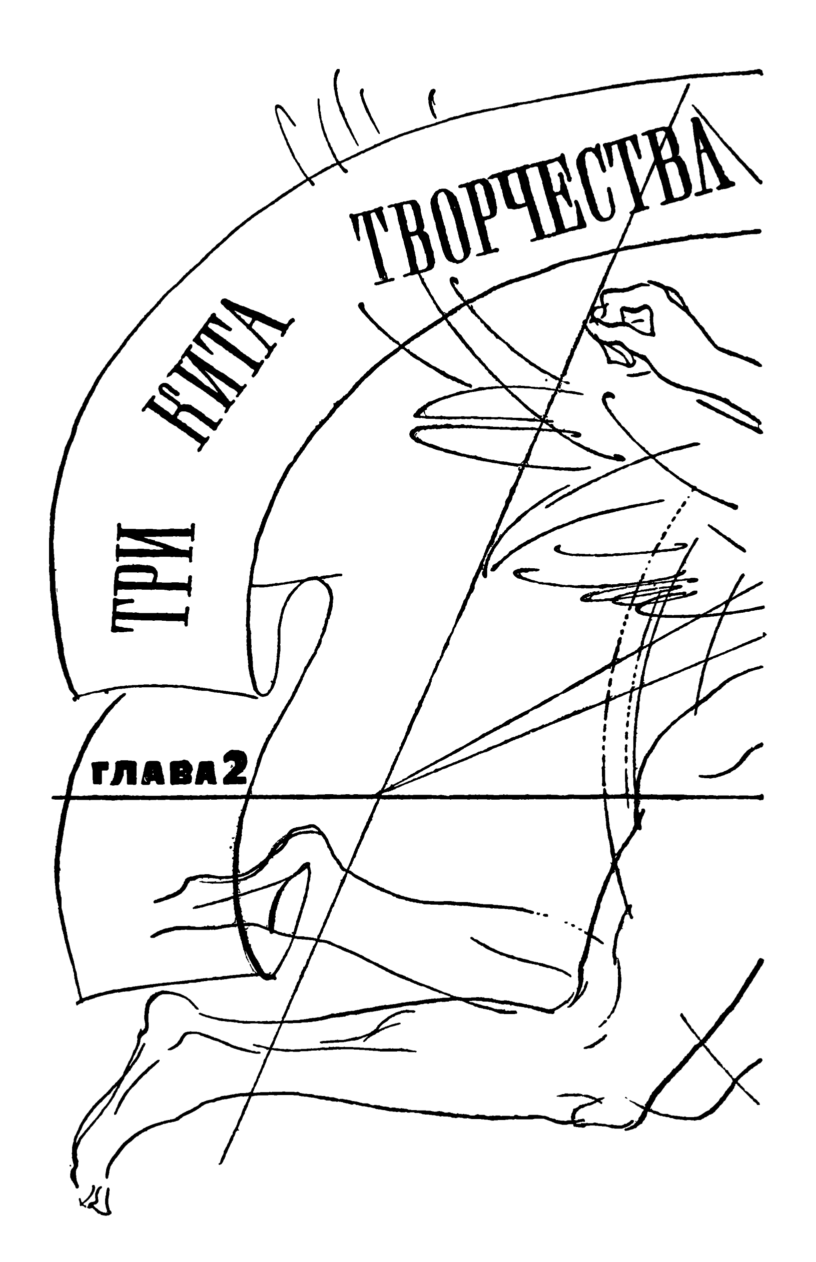
Это было ему чуждо, он писал с холодным сердцем, и капризное вдохновенье, словно в отместку за измену, покинуло его. Напрасно теперь он призывал его вернуться, хотя бы ненадолго: кисть его была мертва, и друзья, глядя на запачканные им холсты, отворачивались. Они не узнавали в этих равнодушных, посвященных богу полотнах ту руку, что писала «волнующие, как рейнвейн», заставляющие то улыбаться, то печалиться портреты современников.

Несколько раз еще пережил Кипренский то радостное состояние, когда кажется, будто краски сами ложатся на холст и от небывалой удачи звенит в душе радостная мелодия. Вернувшись ненадолго в Петербург, он встретился с Пушкиным и стал писать его портрет.

Пушкин прочел ему свои стихи об Италии. Они разбередили душу Кипренского, разожгли совсем было погасший огонь вдохновенья. Волнение и боль словно оживили кисть. Кипренский разглядел в знаменитом поэте и легкую грусть, и усталость, и какое-то внутреннее страдание... Таким внешне спокойным, а если присмотреться, глубоко печальным, с нервными тонкими руками и получился Пушкин на портрете Кипренского.

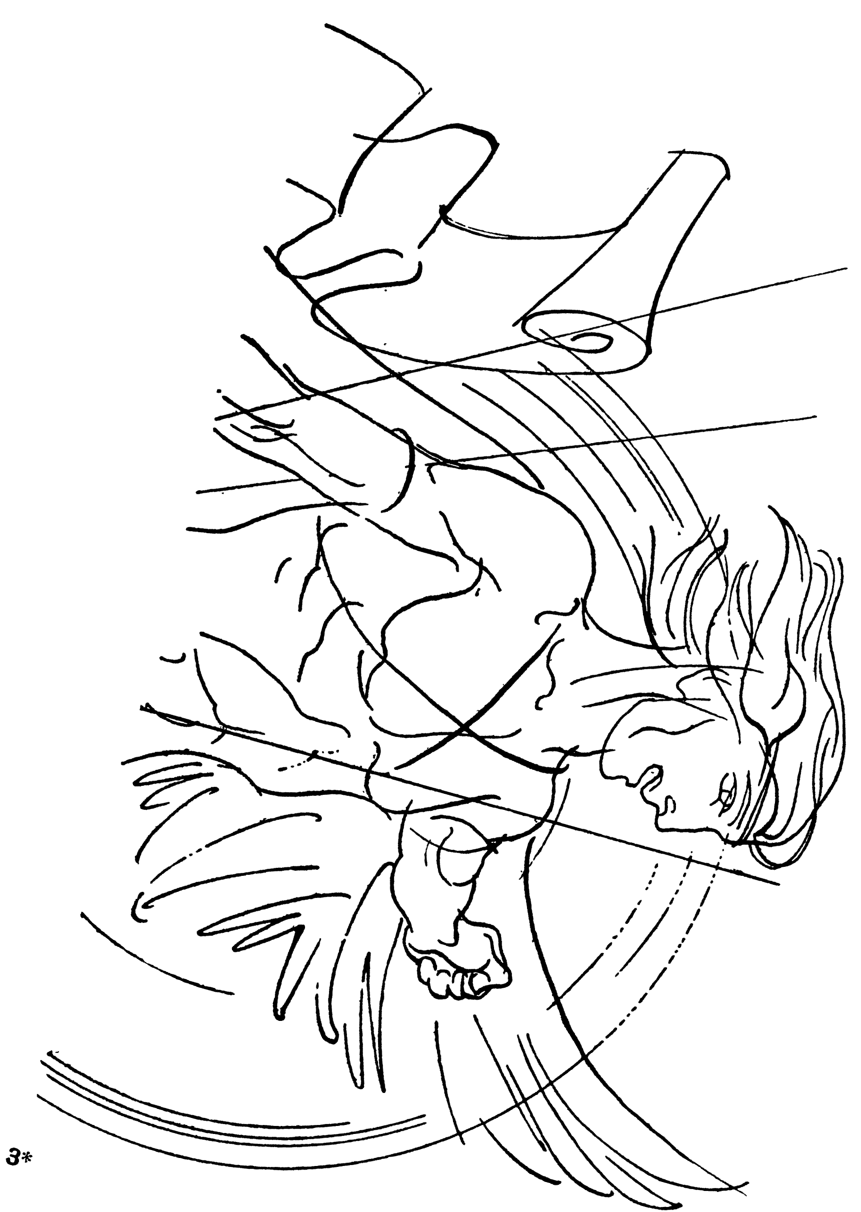
Эта была одна из последних вспышек вдохновения.

Он еще долго жил и много работал. И хотя не писал больше Христа, а снова вернулся к портретам, они были совсем не похожи на первые его работы. Тяжелые драпировки, массивные перстни, богатые украшения, а не человеческие лица теперь бросаются в глаза на его холстах. Что-то навсегда ушло из его жизни вместе с этим проклятым вдохновением; видеть он разучился или руки перестали чувствовать, чем живет сердце?



ГЛАВА 2

ТРИ КИТА ТВОРЧЕСТВА



ДУША СТЕСНЯЕТСЯ ЛИРИЧЕСКИМ ВОЛНЕНЬЕМ...

Вот вы прочли эти три истории — про Андерсена, Менделеева, Кипренского. Разные люди, разные судьбы, разные эпохи, да и занятия несхожие. Что заставило нас говорить о них?

И у поэта Андерсена, и у профессора Менделеева, и у художника Кипренского есть одно общее. Они — люди творческие. Неважно, что один сочинял сказки, другой изучал законы природы, а третий писал портреты. Ведь каждый из них создал что-то новое, а именно тем, что он созидательный, творческий труд и отличается от обычной работы.

Истина эта настолько банальна, что, казалось бы, ее неловко повторять еще раз, но, как мы увидим дальше, нередко именно те, кто не стеснялся задумываться над известными вещами, и открывали в них новое. Даже Эйнштейн, когда его спросили, как он сделал свое открытие, отвечал, что он подошел к вопросу с наивностью ребенка, как бы не зная, что в современной физике известно, а что нет.

Именно о творчестве, о сложном, запутанном, во многом непонятном творческом мышлении и пойдет у нас разговор. Разговор нелегкий. Ведь вообще о том, как мы думаем, известно мало, а то, что известно, — противоречиво. А тут самая вершина мышления.

«Творчество, в какие бы формы оно ни облеклось, будь то творчество художника слова или кисти, или артиста, или ученого, — высшее проявление человеческого духа, — говорил академик Энгельгардт. — Спо-

собность к творчеству — это высший дар, каким наградила природа человека на бесконечно длительном пути его эволюционного развития».

Это одно из самых конкретных определений творческого мышления. Обычно, когда речь заходит о творчестве, сразу вспоминаются такие слова, как воображение, вдохновение, интуиция. А поскольку никто толком не знает, что это такое, разговор сразу переносится в бытовую плоскость. Как, войдя в «писательский раж», громко разговаривал со своими выдуманными героями, то смеясь, то бранясь, Александр Дюма. Как замученный созданными его воображением чудовищными фантазиями испуганно будил ночью жену Гофман, прося ее не спать, пока он пишет. Как совершенно случайно, взглянув однажды вечером на звездное небо, Резерфорд вдруг понял, что атом похож на планетную систему: ядро — солнце, а электроны — планеты. Как, глядя на прыгающую крышку чайника, Уатт немедленно подумал о паровой машине...

Самое же любопытное, что и вдохновенье, и интуиция, и воображение действительно необходимы каждому творчески мыслящему человеку, но проявляются они не совсем так, как об этом обычно рассказывается.

Главным в творчестве Ханса Кристиана Андерсена в самом деле было неиссякаемое, неистощимое воображение. И это чувствовалось во всем, что бы он ни писал. И в «Теневых набросках» — путевых заметках о путешествии по Европе; и в «Путешествии на Амагер» — так назывался один из кварталов Копенгагена; и в знаменитом «Агасфере» — философском фантастическом романе; и, конечно, в сказках. Просто у Андерсена это свойство проявлялось ярче, чем у других, вот почему здесь рассказано именно о нем.

А жизнь Ореста Кипренского состоит как бы из двух. Одна словно освещена небывалым светочем, «искрой божьей» — пресловутым вдохновеньем. А вторая прошла в безрадостной тьме холодной размеренной работы кистью. Они какое-то время соседствовали. Сквозь ровные, бесстрастные штрихи поначалу

еще пробивались живые мазки взволнованной кисти, а потом совсем ушло то благодатное вдохновенье, которым согреты лучшие работы Кипренского. Так резко отличаются первые его полотна от последних, будто их писали разные люди. Один — вдохновенный творец, другой — холодный ремесленник.

Пожалуй, ни на кого так сильно не повлияли капризы вдохновенья, как на Кипренского. Как художник, творец он погиб значительно раньше, чем разуверился в друзьях, навсегда покинул родину, и, так и не обретя под чужим небом желанной славы, спился «баловень судьбы», «нежный франт». И если уж говорить о вдохновенье, как не рассказать об этой горькой и поучительной истории?

Но вообще-то мы всегда невольно совершаем ошибку, считая, что воображенье и вдохновенье — непременные атрибуты творчества именно поэтов, художников, музыкантов. На долю ученых и изобретателей мы как-то само собой оставляем интуицию и «железную» логику. В духе этих традиционных ошибок и рассказаны вначале три истории. Теперь нам предстоит узнать истину. А чтобы избежать досужих домыслов, которых и без того хватает в этой почти не исследованной области человеческой деятельности, послушаем свидетельские показания самих творцов — предоставим слово писателям и художникам. Что рассказывают они о процессе творчества? Как это с ними случается такое, что вот они берут в руки перо (теперь-то, конечно, авторучку или даже садятся за пишущую машинку) или кисть и начинают сочинять никем еще до них не написанные строчки или рисовать еще никогда не нарисованные линии?

Только давайте договоримся, что нас не будут отвлекать очень занятные сами по себе, но не имеющие никакого отношения к теме нашей беседы истории о том, что Бальзак работал ночью, завернувшись в халат, Хемингуэй и Гоголь писали стоя. Алексей Толстой — только за письменным столом с большой стопкой чистой бумаги. Лермонтов же записывал стихи где попало, а Шиллер — стыдно признаться —

был способен творить, лишь выпив полбутылки шампанского и сунув ноги в таз с холодной водой.

Словом, удовлетворив до некоторой степени свое любопытство (недаром же сказал кто-то еще в древности, что удивление — мать открытий), оставим эти случаи, так и лезущие, как назло, из памяти, и послушаем, что говорят мастера о мастерстве.

Знатоки уверяют, что лучше Пушкина никто не сумел сказать о вдохновенье. К тому же он выразил свою мысль стихами. Помните...

Огонь опять горит — то яркий свет лиет,
То тлеет медленно — а я пред ним читаю,
Иль думы долгие в душе моей питаю,
И забываю мир — и в сладкой тишине
Я сладко усыплен моим воображеньем,
И пробуждается поэзия во мне:
Душа стесняется лирическим волненьем,
Трепещет и звучит, и ищет, как во сне,
Излиться, наконец, свободным проявленьем —
И тут ко мне идет незримый рой гостей,
Знакомцы давние, плоды мечты моей,
И мысли в голове волнуются в отваге,
И рифмы легкие навстречу им бегут,
И пальцы просятся к перу, перо к бумаге,
Минута — и стихи свободно потекут.

Здесь не упущено ни одной мелочи. Тут говорится и о том, что вдохновенье не снисходит так вот вдруг, оно, пусть невольно, подготовлено долгими раздумьями, мечтами. Приход его связан с совсем особым лирическим волненьем, и само состояние это, наступление которого не зависит от воли поэта, обрисовано очень точно — тут и самозабвение, и душевный трепет, и грезы наяву, когда созданные воображением образы как бы оживают, и, наконец, та небывалая легкость, с какой ложатся в эту минуту на бумагу строчки...

Наверное, именно в такие мгновенья писал поэт «Полтаву». Порыв вдохновенья был так силен, что он работал почти непрерывно целые сутки, отвлекаясь только затем, чтобы наскоро пообедать в ближайшем трактире (дело было в Петербурге, в дождливые осенние дни). Но и там строчки преследовали его.

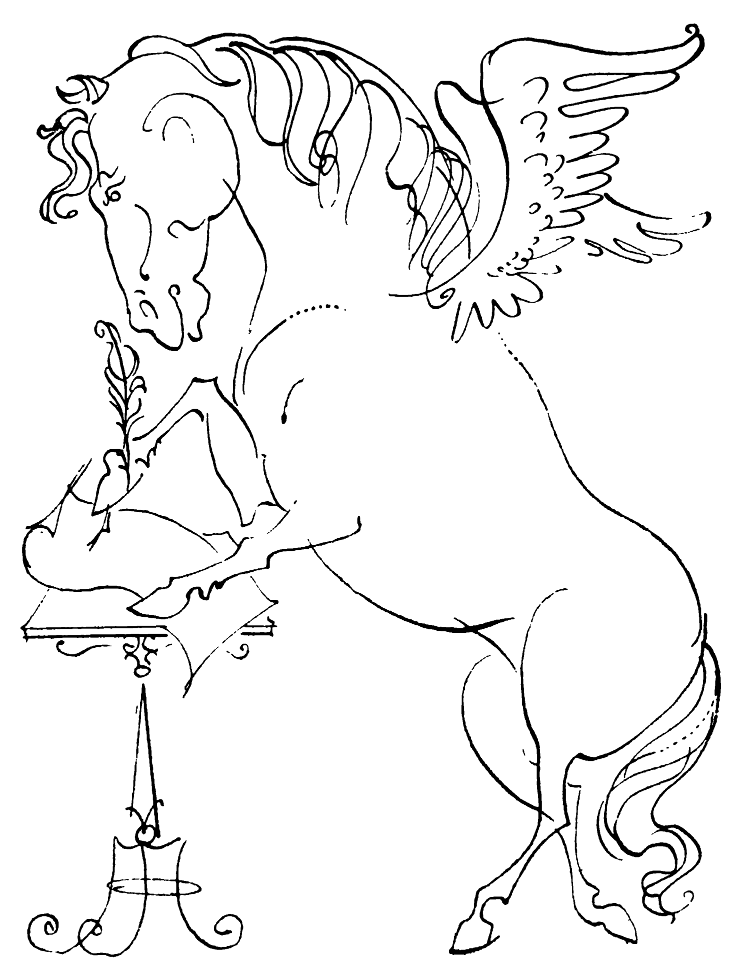
И назад он бежал бегом, чтобы успеть записать то, что накопилось в голове за время еды. Даже во сне ему грезились все новые и новые строки, он вскакивал ночью с постели и впотьмах наскоро записывал их.

А когда не было этого «трепета в кончиках пальцев», «леденящего холодка в груди», Пушкин откладывал перо. «Искать вдохновенья всегда казалось мне смешной и нелепой причудою, — говорил он, — вдохновенья не сыщешь, оно само должно найти поэта». В стихотворении «Зима... что делать нам в деревне?» он так описал состояние творческой беспомощности:

Беру перо, сижу; насильно вырываю
У музы дремлющей несвязные слова.
Ко звуку звук нейдет... Теряю все права
Над рифмой, над моей прислужницею странной:
Стих вяло тянется, холодный и туманный.
Усталый, с лирою я прекращаю спор...



Алексей Толстой тоже всегда ждал, «когда накатит»: «Если накатит, тогда я пишу быстро, ну, а если не накатит, тогда надо бросать». А Тургенев садился за стол независимо от своего душевного состояния. «Придет вдохновенье — тем лучше, а ты все-таки работай»,—говорил он. И был прав. К Флоберу, например, вдохновенье приходило так редко и насту-



пало так трудно, что он предпочитал рассчитывать на обычную усидчивость. А Анатоль Франс признавался: «Огонь вдохновенья у меня очень умерен, на нем даже воды не вскипятишь».

Так что лозунг «Ни дня без строчки», который проповедовал Юрий Олеша (а в более раннем варианте Золя), тоже имеет право на жизнь. Ведь, дожидаясь вдохновенья, можно потерять годы, как Стендаль. По его собственному признанию, он мог бы с пользой провести «десять лет жизни, глупо потраченные на ожидание вдохновенья», которое охватывало его в то время, может быть, два раза в месяц. Кто же осудит в таком случае Золя, писавшего: «Работаю самым буржуазным образом. У меня есть положенные часы: утром я сажусь к столу, точно купец к конторке, пишу потихоньку, средним числом страницы по три в день...»

Во всяком случае, ясно одно. «Божественное», «волшебное» вдохновенье имеет вполне земную природу. Оно совсем не похоже на экстаз или «наитие», это вполне рабочее состояние, состояние «полной боевой готовности» ума, когда все окружающее воспринимается свежо, живо и рождает глубокий отклик в душе поэта, художника.

Его мысль в это время работает особенно четко, целеустремленно, сосредоточенно, необычно быстро думается: «едва успеваешь начинать эскизы, одна мысль нагоняет другую» (Чайковский), стихи «звенят и льются» (Пушкин), «рифмы, дружные, как волны... несутся вольной чередой» (Лермонтов).

И все это сопровождается эмоциональным возбуждением, душевным подъемом. Вот почему силой вдохновенья «много постигается такого, чего не достигнешь никакими учениями и трудами», и «то, для чего, казалось бы, нужны годы, совершается иногда вдруг» (Гоголь). И еще: «Вдохновенье состоит в том, что вдруг открывается то, что можно сделать. Чем ярче вдохновенье, тем больше должно быть кропотливой работы для его исполнения». Это Толстой.

Что ж, может быть, прав был Чайковский, когда говорил: «Вдохновение — это такая гостья, которая

не любит посещать ленивых. Она является к тем, кто призывает ее».

Будем считать, что с одним из трех китов творчества мы пока разделались. Теперь примемся за воображение — этот, по словам Федина, «самый сильный инструмент писателя-художника... Богатство ассоциаций, блеск композиции, сила контрастов — могуче действенные приемы изобразительности. Все они, как и множество других приемов, дети одной матери, имя которой — воображение художника».

Вы обратили внимание, что речь идет не о таком обильном, бьющем через край воображении, каким «страдал» Андерсен. Да, кстати говоря, и не он один. Столь же щедры были на выдумку и Жюль Верн, и Александр Грин, и, разумеется, Гофман... Воображение совершенно необходимо любому писателю или художнику, даже самым прозаическим бытописателям. Ведь чтобы изобразить что-то увиденное в жизни, надо мысленно представить себе это, вообразить. Очень хорошо сказал про творческое воображение Вячеслав Шишков: «Нет фанта-



зии — нет и искусства. Фантазия из потока действительных переживаний, наблюдений, фактов вьет творческий узор вымысла».

Федин был еще более категоричен. «Факт в большинстве случаев — лишь точка приложения силы, которую мы зовем фантазией. Вы, — он обращался к начинающему писателю, — переоцениваете значение жизненных (фактических) познаний писателя по сравнению с его работой «сочинителя». Вы умаляете вымысел. Сейчас, после окончания огромной дилогии, в общей сложности в 60 листов, я оцениваю соотношение вымысла и факта, как 98 и 2. Конечно, я много знал и знаю жизненных фактов из русской действительности 1910—1912 годов. Но только оттолкнувшись от них в простор воображения, я мог сочинить людей, в жизни мною никогда не виданных, не встречаемых, но как бы безусловно живших».

А вот как об этом же написал Паустовский: «Существует своего рода закон воздействия писательского слова на читателя. Если писатель, работая, не видит за своими словами того, о чем пишет, то и читатель ничего не увидит за ними, какие бы удачные слова писатель ни выбирал. Но если писатель хорошо видит то, о чем пишет, то самые простые и порой даже стертые слова приобретают новизну и действуют на читателя с разительной силой и вызывают у него те мысли, чувства и состояния, какие писатель хотел ему передать».

И, наконец, Хемингуэй в «Празднике, который всегда с тобой» рассказывал:

«В иные дни все шло хорошо и удавалось написать так, что ты видел этот край, мог пройти через сосновый лес и просеку, а оттуда подняться на обрыв и окинуть взглядом холмы за излучиной озера. Случалось, кончик карандаша ломался в воронке точилки, и тогда ты открывал маленькое лезвие перочинного ножа, чтобы вычистить точилку, а затем продевал руку в пропитанные соленым потом ремни рюкзака, вскидывал его, просовывая вторую руку, и начинал спускаться к озеру, чувствуя под мокасинами сосновые иглы, а на спине — тяжесть рюкзака.

Но тут раздавался чей-то голос.

— Привет, Хем. Чем это ты занимаешься? Пишешь в кафе?

Значит, удача ушла от тебя и ты закрывал блокнот. Это худшее из всего, что могло случиться. И лучше было бы сдержаться, но в то время я не умел сдерживаться...»

Пожалуй, достаточно. Ведь в этом вопросе писатели совершенно единодушны. Нет ни одного, кто отрицал или хотя бы умалял роль воображения в художественном творчестве. Следует подчеркнуть только, что под воображением имеется в виду не некая мечтательная настроенность чувств, а своеобразная деятельность ума. Недаром Гоголь говорил, что создает своих героев не столько «воображеньем, сколько соображением». А Пушкин признавался: «Мой своенравный гений познал и тихий труд и жажду размышлений». Бальзак же... Впрочем, невозможно пересказать все, что писатели говорили о своем творчестве.

Такими высказываниями полны их письма близким, дневники, записные книжки, целые книги, в которых поэты с дотошностью исследователя занимаются самоанализом — все эти «Как мы пишем», «О писательском труде», «Как писать стихи», «Как я стал писателем», «Мой творческий опыт», и т. д. и т. п.

Послушаем лучше, что говорят представители другой творческой группы — так сказать, мыслители в чистом виде.

СЛУЧАЙ ВОЗНАГРАЖДАЕТ ТЕХ, КТО ЭТОГО ЗАСЛУЖИВАЕТ

Как делают открытия?

Так часто задавали этот вопрос ученым и изобретателям, что они стали отвечать на него кто шутливо, кто лишь бы отделаться.

Альберт Эйнштейн сказал: «...все знают, что вот этого нельзя. И вдруг появляется такой человек, который не знает, что этого нельзя. Он и делает открытие».

Академик Энгельгардт пишет: «...Нас порой спрашивают: расскажите, как вы делаете ваши открытия. Это, наверное, ужасно интересно — все время открывать что-нибудь? Конечно, это глубокое заблуждение — думать, что жизнь ученого состоит в непрерывном и приятном делании открытий. В труде ученого неизмеримо больше напряжения, часто однообразной работы, разочарования, обманутых надежд и ожиданий, непрестанного преодоления трудностей и неожиданных препятствий, возникающих одно за другим...»

Здесь нет прямого ответа на вопрос. Но содержится мысль, о которой мы еще вспомним: открытию, как свидетельствует ученый, предшествует большая и напряженная работа. «Вдруг» не происходит вдруг.

А вот что ответил репортеру петербургской газеты Дмитрий Иванович Менделеев, создавший свою периодическую таблицу, как мы уже знаем, за один день.

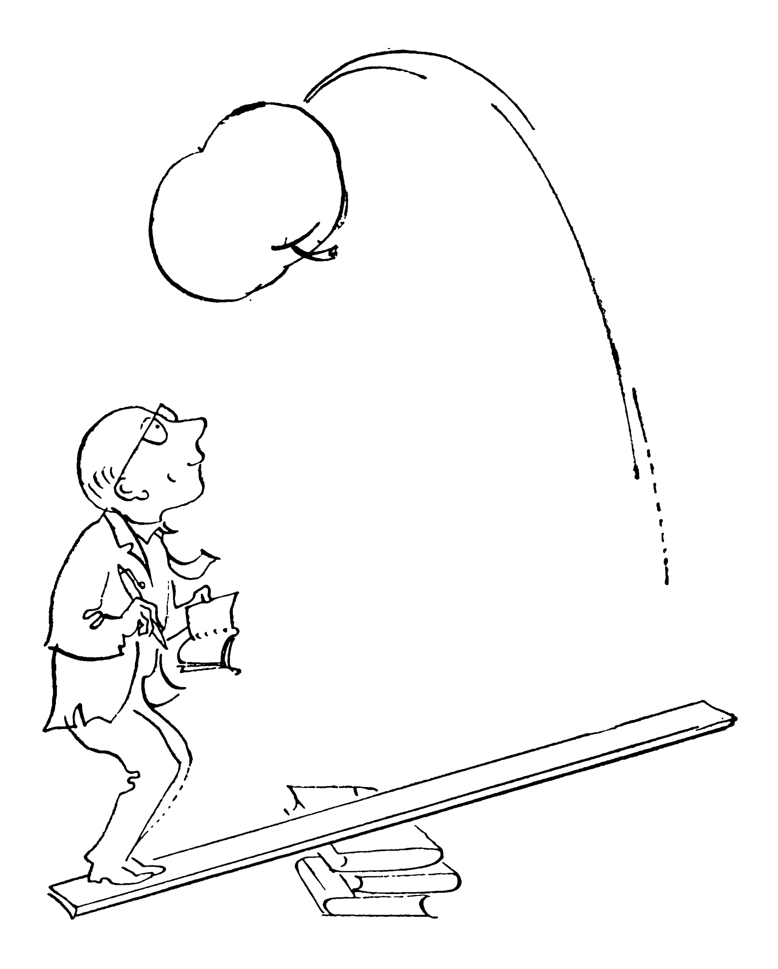
— Как я сделал открытие? Да я тридцать лет над этим работал, а вы спрашиваете, как...

Может быть, изобретателям повезло больше, и они смогут объяснить, почему именно в один прекрасный день снизошло на них откровение?

«Можно каждый день подходить к доске, рассматривать чертежи, модели, и тем не менее мысль идет в привычном плане, — говорит Туполев. — Поэтому иногда умышленно бросаешь работу, хотя это, может быть, и ломает те или другие календарные сроки, чтобы отойти от нее, взглянуть на нее по-новому. Бывают целые полугодия, которые малопродуктивны, и, наоборот, какие-нибудь несколько дней могут предопределить работу на целое полугодие, потому что появляются нужные новые мысли».

Так что же все-таки вызывает новые мысли именно сегодня, а не вчера или третьего дня?

Машинист Казанцев на вопрос, что натолкнуло его на изобретение тормоза, вспоминал: «Поводом



к мысли о тормозе послужило крушение, в которое я попал. Я ехал с поездом по Ташкентской железной дороге. Меня принимала Киргизская — станция проходная. В смысле знаков было все благополучно. Ехал я заторможенно мимо станции, миновал стрелку, рассчитывал дать уже большую скорость, как вдруг знаки к остановке, навстречу идет поезд. Я торможу, но тормоз, так как я раньше уже тормозил и

нового притока воздуха не было, был истощен. Ничего нельзя было сделать, произошло крушение. Так у меня явилась мысль о необходимости более надежного тормоза».

Тут как будто все понятно: трагическое событие, волнение, поиски выхода, неотступная мысль, как избежать повторения такой роковой случайности,— вот необходимый толчок для творческой работы. А вспомните Менделеева. Если бы не обстановка своего рода цейтнота, в который он попал 17 февраля 1869 года (необходимость срочно выехать из Петербурга и прервать работу над учебником и в то же время неопределенность с самим учебником: о чем писать в следующей главе и почему), может быть, его мысль и не сумела бы совершить тот скачок, благодаря которому периодическая система родилась именно в понедельник 17 февраля.

Но вот что рассказывает американский изобретатель Генри Паркер: «Я могу быть на концерте, могу читать или разговаривать, как вдруг новая идея осеняет мою голову. Обычно это не связано с тем, что я делаю. Немедленно идея заполняет мой ум, вытесняя все другое. Я обычно удивлен видимой простотой ее. Я стремлюсь к клочку бумаги и в немногих значках — генеральный план передо мной».

Ох, уж это пресловутое «вдруг». Сколько неожиданных догадок, внезапных откровений мысли приписывается воле случая. «Почти все великое, что у нас есть в науке и технике, главным образом найдено при помощи случая», — говорят одни. «Научные открытия — это нечто большее, чем поднять валяющуюся монетку с тротуара. Нужно обладать большим запасом знаний и могучей силой ума, чтобы понять и оценить случай», — возражают другие.

Пожалуй, наибольшей остроты спор о роли случая достиг в знаменитой истории с яблоком Ньютона. Всем известно, что первая мысль, которая дала повод к сочинению «принципов», пришла Ньютону в голову, когда он из-за вспыхнувшей эпидемии уехал из Кембриджа в деревню. Оказавшись неожиданно не у дел, Ньютон прогуливался по саду и размышлял о силе

тяжести, ее действии, не изменяющемся заметно даже на самых далеких расстояниях от Земли. Ему показалось естественным предположить, что сила земного притяжения простирается гораздо дальше, чем об этом принято было думать, кто знает, может быть, даже до Луны. И тут вдруг (!) с яблони оторвалось яблоко и упало на землю Ньютон сразу же подумал: «Ага! Даже такие маленькие предметы, как яблоки, и те притягиваются Землей. Видимо, и впрямь земное тяготение всеобъемлюще: оно действует и вблизи и далеко с одинаковой силой, притягивая и яблоко и Луну...» Или что-нибудь в таком роде.

Дело в том, что сей поучительный эпизод известен нам, так сказать, в свободном изложении госпожи Де Кондуит — племянницы Ньютона. А описан с ее слов Вольтером, к сожалению, уже после смерти Ньютона, так что сам ученый не мог ни подтвердить, ни опровергнуть рассказанного. Зато совершенно точно известно, что в бумагах Ньютона нет даже упоминания о яблоке: то ли не счел нужным в научном изложении фактов привести столь незначительный эпизод, то ли самого эпизода не было.

Во всяком случае, большинство ученых не склонны верить Вольтеру, а известный математик Гаусс тот просто возмущался, когда слышал о ньютоновом яблоке. «Не понимаю, как можно предполагать, что этот случай мог замедлить или ускорить такое открытие, — говорил он. — Вероятно, дело было так: пристал к Ньютону глупый, нахальный человек с вопросом о том, каким образом он мог прийти к своему великому открытию. Ньютон, увидев, с кем имеет дело, и желая отвязаться, ответил, что ему упало на нос яблоко. Это совершенно удовлетворило любознательность того господина».

Но хорошо было Гауссу насмехаться, а что делать? Ведь надо же как-то объяснить «делание открытий». А сами ученые (в отличие от писателей) так не любят распространяться об этом. Гельмгольц чуть ли не единственный, кто изучал процесс собственного творчества. «Счастливые проблески мысли, — говорил он, — нередко вторгаются в голову так тихо, что не



сразу заметишь их значение!.. Мысль охватывает внезапно... Насколько можно судить по моему опыту, они никогда не рождаются в усталом мозгу и никогда за письменным столом. Часто они появляются утром при пробуждении. Особенно охотно приходили они в часы неторопливого подъема по лесистым горам в солнечный день».

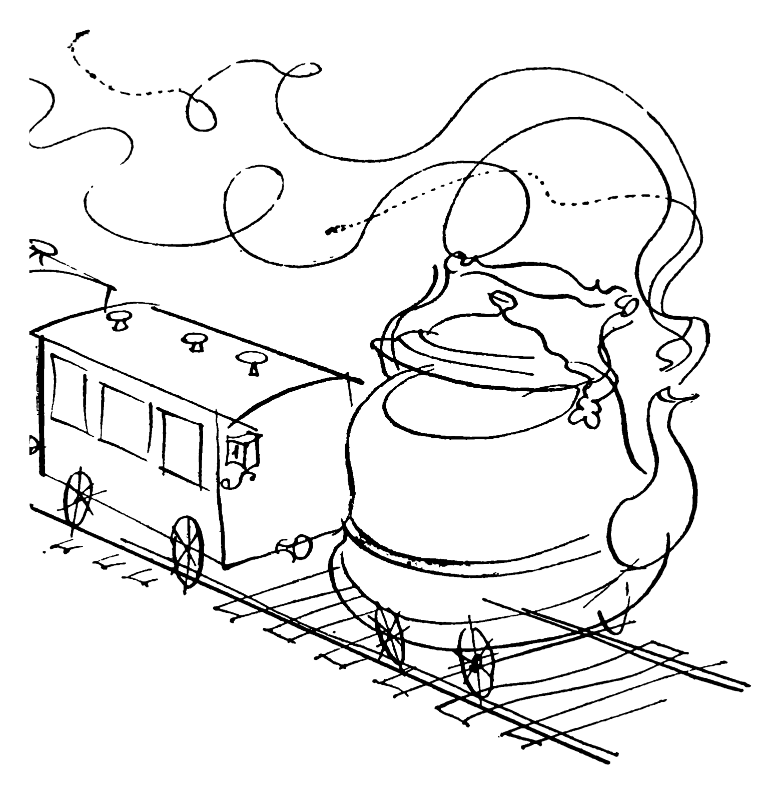
Он рассказывал об этом на праздновании своего семидесятилетия, видимо стремясь передать опыт «умелого думания» молодым. Но его самонаблюдения были слишком индивидуальны. Восхождение на горы

при закате солнца... Увы, это слишком напоминало шиллеровское шампанское.

Историки вынуждены по крохам собирать теперь рассыпанные в автобиографиях и воспоминаниях ученых обрывки сведений о том, как складывались мысли. Разве только Эйнштейн понимал, что нужно потомкам, и потому написал не столько о том, как жил, сколько о том, как думал, может быть, разве немного профессиональнее, чем это нужно нам с вами.

Так что же говорили ученые о «счастливых» мыслях?

«Вдохновение охватывает ваш ум, тревожит, преследует разум. Воображение искрится, страсти разго-



раются. В душе человека чередуются удивление, умиление, возмущение...»

О чем идет речь? О поэзии? Послушайте дальше: ...без вдохновенья истинная мысль или совсем не возникает, или же случайным образом возникшая мысль не создает условий для развития истинной мысли».

Автор этих проникновенных строк — крупнейший мыслитель XVIII века Дени Дидро.

Неожиданно, правда? Но, может, это высказывание не характерно. Посмотрим, что думали другие. Вот хоть англичанин Пристли, открывший кислород. «Изобретателями являются только те, которые дают полный простор своему воображению и отыскивают связь с самыми отдаленными понятиями. Даже тогда, когда эти сопоставления грубы и химеричны, они могут доставить счастливый случай для великих и важных открытий. До таких открытий никогда не додумался бы рассудительный, медлительный и трусливый ум».

Опять воображение... Правда, это все XVIII век, наука только-только вставала на ноги, значит и научное мышление еще где-то на уровне романтизма в литературе. Однако известный голландский химик Вант-Гофф специально изучал биографии более двухсот ученых и нашел, что большинство из них обладало «здоровым проявлением фантазии».

Это уже более близкое, а главное — более фундаментальное свидетельство. И все-таки трудно поверить, будто строгим мыслителям тоже необходимо вдохновение, воображение и тому подобные «настроения». А где же неумолимая железная логика — этот главный движитель ума ученых? Раскроем для контраста биографию математика Галуа, представителя самой строгой и самой «сухой» (для непосвященных) науки.

Шестнадцатилетний Галуа впервые столкнулся с математикой... «Он читал страницу за страницей, и перед ним простое и прекрасное, как греческий храм, вставало здание геометрии... Он увидел, как здание растет у него на глазах. Вскоре все окружающее:

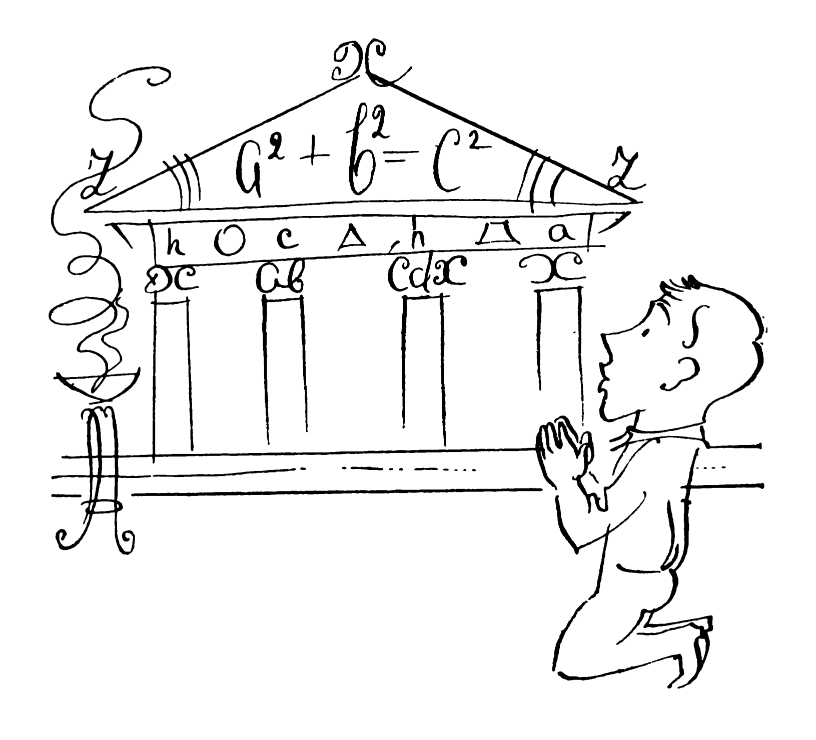
класс, товарищи, надзиратели, звуки, запахи — исчезло. Абстрактные геометрические теоремы стали более осязаемыми, чем мир вещей...»

Видите, какие сильные чувства может вызвать наука, имеющая дело только с линиями да многоугольниками. Чем заворожила она молодого ученого? Стройностью рассуждений, их последовательной логичностью, отточенностью и предельной сжатостью мысли. Так он открыл для себя математику, ставшую его единственным в жизни увлечением. Разве найти свое призвание не значит совершить открытие? Пусть хоть и внутри себя.

Оказывается, и в умственной работе ученых не последнее место принадлежит воображению. Что же касается интуиции — то она лишь завершает колоссальную предшествующую работу мысли, длившуюся годами, а то и целыми десятилетиями. Или же служит итогом большого опыта, когда мысль ученого становится настолько тренированной, что открытие скорее похоже на догадку, чем на результат рассуждения. Благодаря чрезвычайно быстрому и активному думанию в момент такого «вдруг» многие логические ходы мысли остаются как бы за бортом обычного последовательного рассуждения. И ученый нередко выглядит эдаким провидцем, своего рода предсказателем.

Конан Дойль, собиравшийся поначалу стать не писателем, а врачом, учился у опытного и наблюдательного профессора, который ставил диагноз, буквально лишь взглянув на больного. О его необыкновенной интуиции рассказывали легенды и на каждое обследование ходили, как на театральное представление. Профессор Белл послужил прообразом проницательного Шерлока Холмса, непревзойденного мастера логического анализа. Вот что рассказывает об этом Конан Дойль:

«Я должен был собрать пациентов, сделать заметки об их заболевании и вводить их одного за другим в большую комнату, где сидел Белл, окруженный персоналом и студентами. Так я получил прекрасную возможность изучить его методы и заметил, что он,



бросив острый взгляд на пациента, часто узнает больше за несколько секунд, чем я изо всех своих вопросов. Иногда он ошибался, но большею частью его прозорливость была поразительной. Его догадки казались чудом для сборища Ватсонов, окружавших его но, как только он давал объяснение, оказывалось, что все очень просто. Не удивительно, что, повстречавшись с таким человеком, я позже, пытаясь создать образ сыщика-ученого, использовал и широко разработал его метод».

Как видите, мышление ученого не так уж сильно отличается от мышления писателей и художников. Видимо, потому, что наука и поэзия вообще имеют больше сходства, чем различия. Ведь и то и другое итог творческой работы человеческого мозга. Неда-

ром Эйнштейн говорил, что Достоевский дает ему больше, чем любой мыслитель, больше, чем Гаусс.

«В научном мышлении, — писал он, — всегда присутствует элемент поэзии. Настоящая наука и настоящая музыка требуют однородного мыслительного процесса».

А Луи де Бройль, называвший науку «дочерью удивления и любопытства», говорил: «Воображение позволяющее нам представить себе сразу часть физического мира в виде наглядной картины, выявляющее некоторые ее детали; интуиция, неожиданно раскрывающаяся нам в каком-то внутреннем прозрении, не имеющем ничего общего с тяжеловесным силлогизмом, глубину реальности, являются возможностями, органически присущими человеческому уму... Именно они позволили осуществить великие завоевания мысли и лежат в основе всех истинных достижений науки».

АКТЕРЫ И РОЛИ

Это была не совсем обычная анкета, что-то около семидесяти вопросов, и ни одного про национальность или социальное положение. Зато там спрашивалось: как вы учите роль; представляете ли вы себе в период подготовки внешние условия, в которых живет изображаемое вами лицо; отыскиваете ли вы в себе черты роли или ищете их в окружающих лицах, литературных источниках. А дальше еще сложнее: что раньше возникает — психологический, пластический или звучащий образ; отличаются ли сценические эмоции от жизненных; и, наконец, напрямик: нет ли у вас каких-либо приемов, позволяющих вызвать сценические эмоции?

Анкету вручили восемнадцати ведущим актерам наших театров. Работа оказалась неожиданно трудной. Ведь, как они потом признавались, мало кому раньше приходилось задумываться над собственной творческой лабораторией.

Качалов отвечал, что отыскивать специально черты будущего образа ему не приходилось: «Сами вспоминаются, лезут из разных мест». Коонен предпочитала находить их в себе, Шухминой помогала живопись. Попова, как к якорю спасения, прибегала к Достоевскому.

Ермолова же, не вдаваясь в подробности, отвечала: «Делается само собой», — но при этом добавляла: «Не могла начать учить роль, не увидев все до последнего бантика». Массалитинова же написала: «Роли вообще не учу, но играю ее в жизни с того момента, как получила, чем возбуждаю иногда в окружающих удивление, хожу к изображаемому лицу в гости, вижу во сне...»

Орочко недоумевала: «Я играю злодеек, а в жизни я мягкий человек, моя любимая роль — королева Гертруда в «Гамлете». И чем она страстнее, чем злее, тем лучше. А на самом деле я люблю деревню, скворечни...» Еланская жаловалась: «Чем больше в себе самой я нахожу черт, сходных с чертами образа, тем глубже я чувствую его. Наоборот, образ противоположный мне дается трудно, работа над ним протекает тяжело».

А разобраться в том, что происходит, когда актер играет на сцене, особенно интересно. Ведь тут создается нечто не совсем обычное — чувства, мысли, поступки воображаемого человека. Что главное в таком своеобразном творчестве? Видимо, воображение.

«Было у нас в студии такое драгоценное упражнение, — вспоминала Гиацинтова. Кто-то читает вслух, все же остальные сидят, представляя себе то, что читалось. Я помню, читали тогда отрывок из «Героя нашего времени». Мы представляли себе Печорина, этого офицерика небольшого роста, с белокурыми волосами и черными глазами. Мы старались видеть, как он сел в коляску, в которую была запряжена тройка лошадей, как он едет по дороге. Представляли себе все это не только зрительно, но и звуково. Такое упражнение необыкновенно развивало фантазию».

Вот и Ермолова подтверждала: «У меня работает

только фантазия. Я читаю, читаю без конца роли и пьесы до тех пор, пока не увижу этого человека, эту женщину, всю ее в каждом движении, в каждом повороте. Пока я не слышу интонацию ее голоса, я не могу играть. И только когда все это какими-то неведомыми, необъяснимыми путями до меня дойдет и во мне как-то заживет и уложится, тогда я чувствую себя подготовленной к роли, мне легко и свободно».

Но Еланская утверждает иное: «В каждой роли я ищу самые напряженные для себя моменты, так называемые вехи, то есть опорные пункты, от которых отталкиваюсь в построении образа. Эти вехи внутренне очень волнуют меня и тем самым помогают мне больше почувствовать себя тем человеком, которого мне приходится изображать».



Здесь уже воображение отступает, на первый план выходят чувства, и, именно проникаясь чувствами и переживаниями героини, находит актриса нужные черты образа. Вот как входила она в роль Катюши Масловой, когда репетировалось «Воскресение»:

...Запершись в комнате наедине, отрешившись от всего постороннего, я с утра принялась за чтение инсценировки. Постепенно я почувствовала, что незаметно для себя самой перестала быть только чтицей, а стала действующим лицом, участвующим в событиях, переживающим их, как свои собственные.

Судьба и страдания Катюши волновали меня как-то по-новому, стали понятнее, словно слились со мной, и я пролила немало слез. Теперь мне перестало казаться, что роль Катюши не моя, я перестала бояться работы над ней, наоборот, я была увлечена ролью.

Я играю сильно драматические роли, с глубокими переживаниями, а потому в работе над образом меня прежде всего захватывает психологическая сторона образа. Работа над внешней стороной роли шла у меня медленнее. Внешний облик возник не сразу — я продолжительное время не представляла себе ясного конкретного облика Катюши».

О чем-то похожем говорит и Орочко: «Я никогда не вижу свою героиню отдельно от себя, я не знаю ни какая она, как выглядит, как одета, поэтому я всегда несколько пугаюсь эскизов костюма и грима — они для меня бывают очень неожиданны. Я не знаю, как она говорит, не слышу ее голоса, то есть, видимо, ни зрительным, ни слуховым путем образ у меня не возникает. Вообще он не возникает нигде вовне — я ощущаю его в себе, он слагается где-то внутри.

Рождение образа происходит постепенно. Долгое время я еще репетирую просто от себя; и оттого, что я ощущаю себя самой собой, я путаюсь, это мне мешает, мне очень тяжело бывает репетировать. Постепенно я начинаю наживать какие-то черты образа, начинаю внутренне ощущать его, жить его чувствами — и в известный момент, когда я уже точно ощущаю разницу между моей героиней и мною,— мне внезапно делается легко репетировать и всякая путаница кончается.

Для меня этот момент определяется одним внешним фактором: когда образ найден, я совершенно точно начинаю ощущать, какие «у нее» волосы. Я не вижу парика, не знаю цвета, фактуры, но я свои во-

лосы начинаю в период репетиции или спектакля ощущать, как волосы моей героини, и они могут быть самого различного качества. И еще один признак — когда роль найдена, я всегда знаю, как эта женщина смотрит, какой у нее взгляд — открытый, исподлобья и т. д.».

Казалось бы, два разных пути вхождения в образ — с помощью воображения и через посредство чувств — исчерпывают творческие секреты актера. Но вот послушайте, что говорит Бучма: «В основе моего творческого метода лежит всегда желание познать все до конца, что относится не только к роли, но и ко всей пьесе. Ни одной работы я не делаю без того, чтобы не вникнуть во все это.

Получая роль, я откладываю ее в сторону, беру пьесу и изучаю ее так, как изучает режиссер... Затем идет второй этап — работа с режиссером. В дискуссиях с режиссером постепенно суживается круг и выясняется моя роль. Тогда я начинаю работать над нею.

Когда я все знаю, когда для меня нет ничего непонятного, тогда я начинаю из этой обтесанной болванки ваять образ. Работа эта очень большая. Я работаю долго. Скоро работать я не умею. Я все должен понять. Если нет понимания — ничего не выходит...»

И тут, как выясняется, можно идти логическим путем, хотя, казалось бы, сама сфера актерского творчества предполагает главным образом чувственное познание.

Вот и Астангов утверждает, что ему важно проникнуть вначале в строй мыслей персонажа. Отсюда ему легко найти и мир чувств. «Актеру нужно знать, о чем мыслит герой, куда направлены его стремления, чего он хочет. И тут дело не в чувствах. Самое важное — ход мысли. Если это будет понято, тогда появятся и чувство, и темперамент, и все, что нужно для того, чтобы выйти на сцену и сыграть роль,— без этого выходить на сцену нельзя».

Он даже пытается более конкретно проанализировать все этапы своего «разумного» вхождения в роль.

«Вот я прочел или услышал пьесу, получил роль. Что меня прежде всего интересует? Прежде всего я хочу понять, что делает данный человек, данный образ, *как* он делает и кто же *он*. Сразу может показаться, что все это очень просто, но ответить на эти вопросы довольно трудно и сложно...



Я мучился над ролью Федора в «Нашествии» Леонова настолько, что готов был отказаться от нее именно потому, что не мог найти ответа на эти вопросы... Я вынужден был пойти к Завадскому и сказать, что от роли отказываюсь, потому что ни режиссеры, ни я не можем понять, что это за человек, чего он хочет...

В ответ на мои сомнения Леонов написал, что Федор такой: кожаное пальто, в котором он прихо-

дит домой, надето прямо на мясо. То есть нет у него кожи, а все мясо и нервы, какая-то необычайная чувствительность... И добраться до этого было мучительно и трудно».

А как со «счастливыми» находками, внезапными «озарениями»? Случаются ли они в актерском ремесле? Вот ответ О. Пыжовой:

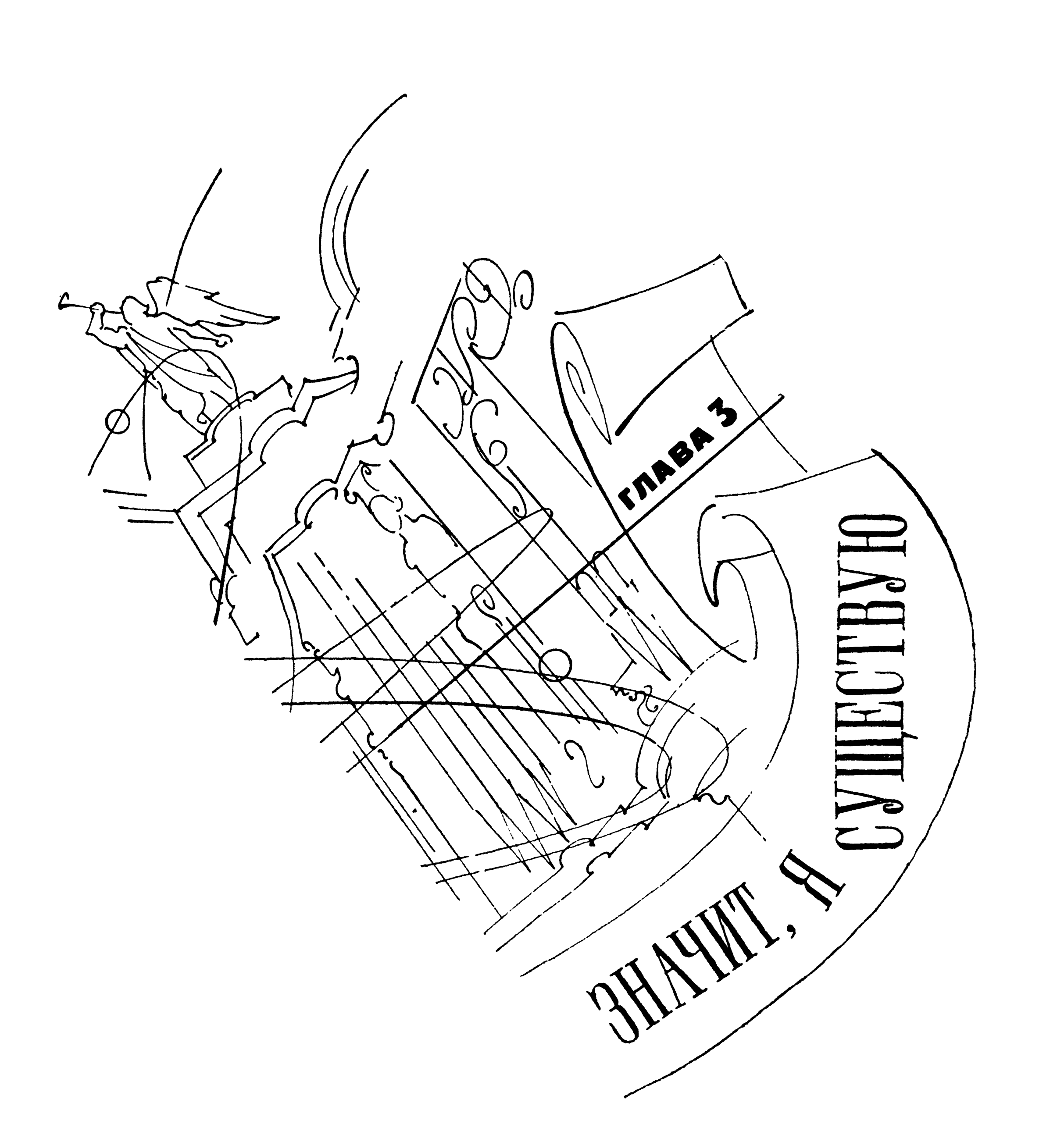
«Я сыграла Мирандолину в «Трактирщице» с первой репетиции. Станиславский находил, что эта роль прямо сидит, бурлит во мне, что мне надо только перевести ее на язык сцены... И тут я почувствовала страшную тревогу. Как это у меня получилось? Бывают иногда такие редкие творческие моменты, такое физическое самочувствие: я все могу и все «в точку». Сейчас же, в эту же секунду представляю, как «она» сидит, как смеется. И это не так, чтобы я себе это раньше представила и потом выполнила. Это одновременно. Вы видите, и вы делаете это... Так, очевидно, было на первой репетиции «Трактирщицы».

Итак, актеры используют полный набор «технических средств» творческого мышления: тут и воображение, и интуиция, и вдохновение — сценическое переживание, как чаще его называют. И что любопытно: рассудительные ученые часто предпочитают говорить об эмоциональной стороне творчества, а поэты, художники, актеры и другие представители художественных профессий делают упор на мыслительном процессе. Видимо, недаром.

Один французский исследователь, заинтересовавшийся этой проблемой, писал: «Подводя итоги количеству воображения, затраченного и воплощенного, с одной стороны, в области художественного творчества, а с другой стороны, в технических изобретениях, мы найдем, что второй итог значительно больше первого. Такое утверждение покажется парадоксальным только тем, кто не углублялся в исследование этого вопроса».

Давайте и мы несколько глубже познакомимся с особенностями художественного и научного творчества.


Я МЫСЛЮ -


ГЛАВА 3
ЗНАЧИТ, Я СУЩЕСТВУЮ

МУЗЫКАЛЬНОСТЬ МЫСЛИ

Между «физиками» и «лириками» больше сходства, чем различия. При всем своеобразии разных видов творчества (сравните хотя бы актера и изобретателя) между ними много общего. И не только потому, что они опираются на тех же трех китов, а главным образом потому, что и сочинение музыки или стихов, и открытие законов природы, и технические изобретения — это прежде всего работа мысли. И Андерсен, и Менделеев, и Кипренский представляли в яркой форме человеческую мысль.

Помните, как верно говорил Паустовский в «Золотой розе»: «Кто может провести резкую границу между воображением и мыслью? Ее нет, этой границы. Воображение создало закон притяжения, бином Ньютона, печальную повесть Тристана и Изольды, расщепление атома, здание Адмиралтейства в Ленинграде, «Золотую осень» Левитана, «Марсельезу», радио, электрический свет, принца Гамлета, теорию относительности и фильм «Бэмби».

Человеческая мысль без воображения бесплодна, равно как и воображение бесплодно без действительности».

Поэт, артист, ученый начинают с того, что внимательно всматриваются, вслушиваются, вообще вчувствываются в окружающий мир. В их сознании возникают своего рода мысленные слепки того, что они видят, слышат, наблюдают. Это первый этап мышления, как говорят, чувственное познание.

Потом человек начинает глубже вдумываться в то,

что увидел и услышал, отбрасывает частности, детали, усваивая самое характерное, главное. Это вторая, более сложная фаза — абстрактное мышление.

Иногда считают, что художник отличается от ученого как раз тем, что его мыслительная деятельность сводится к чувственному этапу. Тем самым художественное творчество несправедливо относят как бы к низшему рангу, а ученые ставятся в положение привилегированных, освоивших второй, высший уровень мышления.

В действительности все гораздо сложнее. Для мышления любого человека, если только он вообще думает, характерны обе ступени. Будь то Ломоносов или школьник Петька, думают они по одному трафарету: сначала познают особенности окружающих предметов и явлений, так сказать, на ощупь, с помощью чувств, а потом — добираясь до их сути логическим путем.

Собственно, в этом месте мы можем призвать в свидетели самих себя.

Глядя на красные помидоры, круглые фонари, ощупывая шероховатые кирпичи и гладкие яблоки, слушая гудок удаляющегося поезда, мы накапливаем чувственный опыт, чувственные знания, почерпнутые благодаря непосредственному общению с окружающими предметами. В нашем сознании откладываются образы этих предметов, создавая гибкую, подвижную систему (раньше считали — картотеку). И теперь достаточно увидеть красный съедобный или круглый светящийся предмет, как сознание подскажет, что нечто подобное вы уже встречали: первыми свойствами обладал сорванный с куста и съеденный помидор, вторыми — фонарь, что освещал вечером улицу, по которой вы возвращались домой.

А потом приходит другое знание. Вам только назовут предмет или вы прочтете его название в книге, а сознание уже подсказывает, что вам это знакомо. И в ответ на ряд звуков, которые издает ваш собеседник, или значков, что нарисованы на книжной странице, в вашем сознании всплывает мысленный образ того предмета, о котором вы прочли или услышали.

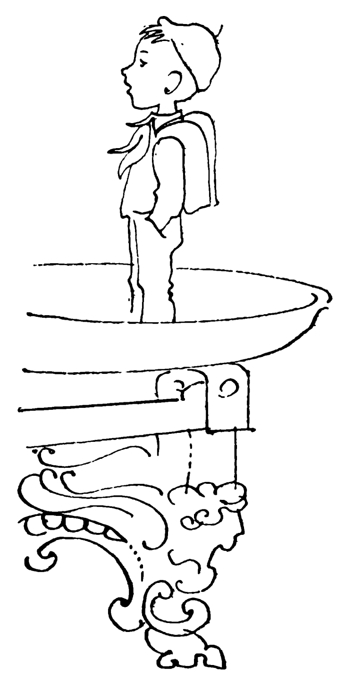
При этом вы представите себе не просто съеденное вами вчера маленькое кислое яблоко, но яблоко вообще (а не арбуз или дыню). Слова, откладываясь в сознании, образуют еще одну систему условных сигналов, связывающих нас с действительностью, которую мы хотим познать.



Слова отражают самую суть окружающих нас предметов и явлений. С помощью слов мы узнаем больше не только о самих предметах, но и об их взаимосвязи, причинах такой зависимости, возможных последствиях, то есть начинаем, наконец, рассуждать, думать.

Итак, каждый может обнаружить у себя оба вида мышления.

Однако люди не схожи между собой. У одних преобладает первая сигнальная система, это художественные натуры. У других — вторая сигнальная. Это мыслители. Но у тех и у других главенство принадлежит не чувству, а разуму. Недаром вторая сигнальная система — это чисто человеческое приобретение — держит первую, как говорил Павлов, «под сурдинкой», под непрестанным бдительным контролем.



В чем особенности двух способов мышления? Павлов, одним из первых подметивший деление людей на «художников» и «мыслителей», говорил так: «Одни — художники во всех их родах: писатели, музыканты, живописцы и так далее—захватывают действительность целиком, сплошь, сполна, живую действительность, без всякого дробления, без всякого разъединения. Другие — мыслители — именно дробят ее и тем как бы умерщвляют ее, делая из нее какой-то временный скелет, и затем только постепенно снова собирают ее части и стараются их таким

образом оживить, что вполне им все-таки не удается».

Как видим, расхождение начинается уже на первом — созерцательном — этапе. «Художники» наблюдают жизнь, наслаждаясь полученными впечатлениями, «мыслители» — анализируют, словно препарируя ее в анатомическом театре. Разумеется, Сеченов был прав, когда говорил, что «всякий анализ убивает наслаждение». Но ведь эмоциональная потеря возмещается у исследователей победами разума. И если говорить о результатах художественного и научного творчества, то как не согласиться с академиком Энгельгардтом, который подчеркивал: «Я убежден, что по силе и глубине радостных эмоций, которые несет с собой творческий успех ученого, эти переживания совершенно того же порядка и силы, как эмоции, ощущения художника при осуществлении его творческих замыслов. Это и самое мощное и самое высокое чувство удовлетворения, какое только может испытывать человек».

Да и сам Павлов, помните, писал: «Большого напряжения и великой страсти требует наука от человека. Будьте страстны в своих исканиях». Представление, будто ученый обязательно холодный, рассудочный человек, неверно. Просто сам характер эмоций, сопутствующих творчеству ученого и, скажем, писателя, различный.

Что же касается существа наблюдательного этапа мышления, то бесспорно одно: художник рассматривает жизнь в целостности, а мыслитель выделяет одно явление. Но при этом художник всегда усматривает в наблюдаемом общие черты. «Чтобы писатель мог создать портрет лавочника, попа и рабочего,— говорил Горький,— нужно присмотреться к сотне попов, к сотне лавочников и сотне рабочих».

Вот мы снова призвали в свидетели писателя и ученых, и они приводят нас к тому же выводу: в конечном счете и ученый, концентрирующий внимание на чем-то частном, чтобы потом прийти к общему, и художник, разглядывающий множество деталей, дабы найти типичные, идут схожими путями.

Схожие-то схожие, но ведь есть и различия.

В чем же они?

В том, как протекает второй, главный этап обдумывания, так сказать, собственно мышление.

Тут-то и намечается, казалось бы, коренная противоположность между художественным и научным мышлением. Художник с помощью творческого воображения создает музыкальные, поэтические, живописные образы. А ученый путем логического рассуждения приходит к открытию, ну, хоть неизвестных законов природы.

Такова классическая схема. Но в нее никак не укладываются реальные факты. Начать с того, что еще Владимир Ильич Ленин обращал внимание на такую деталь: «...в самом простом обобщении, в элементарной общей идее («стол» вообще) есть известный кусочек фантазии». И еще более определенно: «Напрасно думают, что она (фантазия) нужна только поэту: это глупый предрассудок.

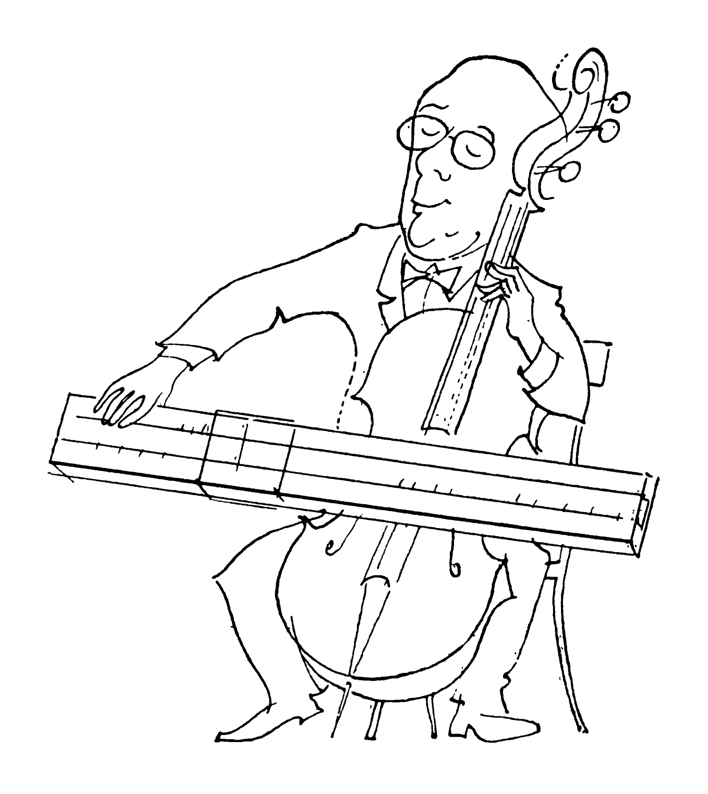
Даже в математике она нужна, даже открытие дифференциального и интегрального исчислений невозможно было бы без фантазии».

Вот вам и строго логический путь. Вспомните, что говорят о воображении сами ученые, и вам станет ясно, что научное творчество вовсе не так абстрактно, как принято думать.

Конечно, в художественном творчестве образность выражена ярче. Прочтите, что пишет в своем дневнике Делакруа о Микельанджело. Он не считает его настоящим скульптором, а лишь живописцем. «Его статуи повернуты к нам фасом — это контуры, заполненные мрамором, а не результат мышления массами». Как верно и хорошо сказано про работу скульптора — мышление массами.

Сравните с Репиным, который как бы думал в цвете, такими яркими и зримыми были его мысленные образы.

Ясно, что ученый не может мыслить массами или красками, но кто сказал, что формулы и теоремы не могут быть в сознании математика столь же яркими и впечатляющими, как звуки для композитора?



Вспомните, как возмущался Норберт Винер «так называемыми культурными людьми», для которых математика — нечто в высшей степени скучное, сухое и отвлеченное. И уж конечно, едва ли кто-нибудь из нематематиков в состоянии освоиться с мыслью, что «цифры могут представлять собой культурную и эстетическую ценность или иметь какое-нибудь отношение к таким понятиям, как красота, сила, вдохновение».

А разве не прав был Лобачевский, когда говорил про неевклидову геометрию: «Это столь красиво, что имеет такое же право на жизнь, как геометрия Евклида». И недаром Эйнштейн сказал про модель атома, предложенную Нильсом Бором: «Это наивысшая музыкальность в области мысли».

Словом, ясно, что и ученые пользуются образным мышлением. Логические же рассуждения включаются на завершающем этапе. Это своего рода квинтэссенция мысли, выраженная безо всяких «посторонних» (в смысле — эмоциональных) примесей, предельно абстрактная, почти математически концентрированная.

Опять-таки не всегда можно сказать столь определенно. Бывают умы, так приспособленные для логических построений, что, по-видимому, сама логичность заменяет им образность. Они не испытывают трудностей при оперировании абстрактными схемами (обычно это одаренные математики), поэтому и не нуждаются в опоре на наглядные образы. Больше того, у них наблюдается склонность находить логический и математический смысл во многих явлениях, далеких от математики.

Кто-то из известных педагогов рассказывал, что одна его ученица, обладая математическими способностями, сравнительно плохо запоминала стихи. Причем явно пыталась уловить логический смысл в расстановке слов в стихотворении, а ритм улавливала слабо. Когда ее стали учить музыке, она увлеклась нотной грамотой, теорией музыки, то есть опять-таки той стороной, которая позволяла математически представить себе законы рождения мелодии. При рисовании она стремилась осмыслить размеры изображения, пропорции частей и т. д.

Еще более любопытно, когда мыслительный вариант ума наблюдается у человека, принадлежащего к художественному типу, и наоборот: художественный склад ума — у представителя науки.

Пример первого, видимо, представлял собой писатель Юрий Олеша, которого всегда влекло на философские высоты и в поэтическом и в интеллектуальном смысле. Недаром его так и называли — «поэт-мыслитель».

Ко вторым относятся Нильс Бор и Фарадей.

Современник и до некоторой степени соавтор Альберта Эйнштейна Леопольд Инфельд оставил нам интересное свидетельство о способе мышления этих известных ученых.

«Если мы обратимся к прошлому и попытаемся найти ученого, по типу интеллекта сходного с Бором, то сравнение с Фарадеем, по-моему, будет наиболее правильным... Оба ученых обладали воображением, граничащим с ясновидением. Фарадей видел силовые линии электрического и магнитного полей там, где для современных ему физиков существовала только пустота — пространство, лишенное всякой материальной сущности. Достаточно было один раз услышать Бора, посмотреть на движения его рук, когда он показывал чертежи и модели, — и становилось ясно, что ученый на самом деле видел, как построен атом, что он мыслит образами, которые неустанно проходили перед его глазами.

Оба оперировали сравнительно простыми математическими средствами... Фарадей не знал математики до самых ее глубин. А математический аппарат Бора по сравнению с той изощренностью, какую проявляют современные теоретики в применении математического аппарата, необыкновенно прост. Сила Бора не в математическом анализе, а в удивительной мощи фантазии, видящей физическую реальность конкретно, образно и открывающей в ней новые, никем не предугаданные связи.

Эйнштейн же представлял совершенно противоположный тип интеллекта. Если мы и здесь решим воспользоваться сравнением из истории науки, то скорее всего нам следует назвать Ньютона. Эйнштейн мыслил логическими категориями. Ему значительно меньше, чем Бору, было свойственно образное мышление».

А сколько еще среди ученых, писателей, художников «смешанных» умов, где соотношения между логическим и образным началом гораздо запутаннее. И все это осложнено разными характерами, темпераментом, склонностями, способностями. Кто возьмется подобрать ключ к чужому уму, раскрыть музыкальный контрапункт мысли?

Во всяком случае, пока ясно одно: людей творческих характеризует явная принадлежность к художественному или мыслительному типу, или, иными словами, ярко выраженная способность к тому или дру-

гому способу мышления. Там же, где обе крайности сбалансированы, уравновешены,— и результат обычный, средний. Не в этом ли причина, что Ломоносов сделал много открытий, додумался до чего-то нового, чего до него никто не понял, а рядовой ученик, школьник освоил только то, что было открыто раньше, хотя он тоже пускал в ход и весь наличный чувственный опыт и свое абстрактное мышление.

Но и Петька, зубрящий за партой азбучные истины, еще пригодится нам в наших дальнейших рассуждениях. К Ломоносовым мы тоже вернемся. А сейчас мы должны рассмотреть такой интересный объект, как мы сами.

Не только интересный, но и очень сложный.

ОТ ОБРАЗА К ФОРМУЛЕ

Лаплас говорил: «Человеческий разум испытывает меньше трудностей, когда он продвигается вперед, чем когда он углубляется в себя». Астроном и математик, он в полную меру познал трудности, связанные с овладением научными высотами, и все-таки преклонил колени перед наукой о мышлении.

И не зря. Исследовать нечто неосязаемое, эфемерное, быстротечное — что может быть труднее? Как остроумно заметил один американский психолог, «предмет исследования психологии трагически невидим, а наука с таким невидимым содержанием сама может стать в конце концов невидимой».

Психология действительно все время балансирует на острие ножа. Подумайте сами, любая наука изучает либо явления природы, либо события, либо людей — словом, всегда что-то зримое, вещественное, материальное. А мысль не содержит ни грана вещества, по самой своей природе она идеальна. И бывает иногда трудно не свихнуться в сторону — к бестелесной душе (а от нее недалеко и до всемогущего бога, осеняющего нас мыслями, ниспосылающего их свыше). В то же время мысль появляется не где-то



в пространстве, а рождается у нас в мозгу, она плод работы наших нервных клеток, и любой мыслительный процесс сопровождается физическими, химическими и электрическими изменениями в нервной системе. И очень важно не уклониться в другую сторону, не заметить разницы между работой мозга (чисто физиологической) и собственно мышлением— формированием мыслей и образов, их развитием.

Итак, homo sapiens такой, какой он есть.

Возьмем в руки карандаш и лист бумаги. Нет, не для того, чтобы конспектировать курс психологии. Эти обыденные предметы нам пригодятся, чтобы на наглядных примерах постичь азы психологической науки.

Для простоты мы с вами говорили до этого о двух основных стадиях мышления — чувственной, образ-

ной и абстрактной, логической. На деле все обстоит гораздо сложнее.

Начальный источник наших знаний об окружающем — это ощущения. Самый первый и самый простой образ внешнего мира. Механизм их образования хорошо известен. Вы пишете карандашом. Вы видите, что он снаружи, скажем, синего цвета, грифель же черный, заостренный. Вы чувствуете пальцами его грани, слышите, как при нажиме слегка поскрипывает под ним бумага.

Все эти зрительные, слуховые, осязательные раздражения воздействуют на ваши органы чувств. Раздражение по нервам передается в мозг.

В результате этого довольно подробно изученного физиологического процесса в нашем сознании появляются умозрительные ощущения цвета, граненых ребер карандаша, шероховатой бумаги. Они невесомы, невидимы, бесцветны и бесплотны. Только что это было всего лишь возбужденное, рабочее состояние нервных клеток, в которые пришло определенное количество нервных импульсов. И вот уже случилось что-то неуловимое: мы ощутили и прикосновение карандаша, и его цвет, и его форму, а ведь в мозгу не было ни синих, ни шероховатых нервных импульсов, и не стали ни гранеными, ни скрипучими нервные клетки, вобравшие в себя импульсы.

Мы ощутили все свойства взятого в руку предмета и восприняли его как карандаш или как лист бумаги. И стоит теперь вспомнить о нем, как перед нами мысленно появится синий граненый карандаш с черным царапающим грифелем. Теперь уже не обязательно брать его в руки, представить себе такой карандаш мы можем и заочно.

Почему? Да потому, что где-то в нашем мозгу остался мысленный слепок с карандаша, которым мы писали. Его образ.

Большинство образов возникает у нас описанным путем: сначала пощупали, посмотрели или послушали, потом вспомнили мелодию знакомой песенки, улицу родного города... Но с таким же успехом можно представить себе, например, тундру, в которой вы ни-

когда не были и которая знакома вам только по описаниям. Конечно, для этого надо сделать некоторое усилие, но вот Андерсену, как мы помним, ничего не стоило вообразить бал, на котором танцуют ожившие цветы... Для людей с творческой фантазией это не трудно.

Разумеется, не обязательно представлять себе, так сказать, то, чего не было или заведомо не могло быть. Мы уже говорили, что воображение необходимо любому писателю — даже сугубому реалисту. Теперь мы можем подтвердить это научно.

Обычно образы предметов, возникающие в их от-



сутствие, бледнее непосредственных ощущений. А у людей творческих представляемые образы могут достигать небывалой яркости. Вспомните, что Бетховен сочинял Девятую симфонию, будучи уже совсем глухим, — значит он ее слышал лишь внутри себя. Левитан большинство летних пейзажей писал зимой, воссоздавая их зрительно по отдельным наброскам.

Другой мастер пейзажа, Нисский, рассказывает: «Я люблю работать по памяти, не прибегая к этюдам и рисункам с натуры. Стараюсь «вобрать» пейзаж в себя, чтобы потом, порой долгое время спустя, в тишине и уединении, где-нибудь на Сенеже или в мо-



сковской мастерской воплотить его кистью... Моя вещь «На Дальнем Востоке» подмечена из окна быстро идущего поезда. Щетина леса на хребте сопки, быстро промелькнувший аэродром с самолетами. Зарисовать ничего не успел, этюда сделать тоже. Остальное — в представлении и видении по памяти».

А когда художник осознавал, что качество заочного воссоздания образов окружающей действительности у него развито недостаточно, он старался по мере сил исправить положение. Алексей Толстой, например, говорил: «Я стал учиться видеть—галлюцинировать. Впоследствии я развил в себе эту способность до такой яркости, что часто, вспоминая, путал бывшее и воображаемое».

Причем у композитора не обязательно должны возникать именно слуховые образы, а у художника зрительные. Вот что писал драматург Легуве, живший в прошлом веке, своему партнеру Скрибу: «Когда я пишу какую-нибудь сцену, я слышу, а вы видите. При каждой фразе, которую я пишу, голос действующего лица звучит у меня в ушах. У вас же действующие лица ходят перед вашими глазами Я — слушатель, вы — зритель».—«Совершенно верно, — ответил Скриб. — Знаете, где я нахожусь мысленно, когда пишу пьесу? В середине партера».

Римский-Корсаков, сочиняя музыку, мысленно видел картины природы в полном богатстве красок и со всеми тончайшими оттенками цвета. Поэтому его музыка отличается такой живописностью. Возникавшие у него зрительные образы были столь же яркими, как и слуховые.

Примеры эти можно продолжить, но давайте лучше вернемся к разговору о последовательных стадиях мышления. Итак, первый — чувственный — этап оказался уже трехступенчатым: сначала мы улавливаем простейшие ощущения отдельных качеств и свойств предметов, на их основе складывается образ предмета в целом, воспринимаемый нами еще наглядно, то есть пока предмет находится в непосредственном контакте с нами. И наконец, более отвлеченное представление о предмете, заочное.

Многие психологи утверждают, что уже на этой первой стадии мышления можно говорить о двух способах восприятия действительности — образном и логическом, — преобладание либо того, либо другого из которых потом приведет к разделению творчески мыслящих людей на художественный и мыслительный типы.

Чувственные образы дают нам представление об отдельных предметах, единичных явлениях. Окружающий мир является перед нами, как бесконечная мозаика разнообразных свойств предметов и их взаимоотношений. И чтобы вычленить случайные свойства от закономерных, общие от частных, внешние от внутренних, мало простого чувственного знания. Необходимо логическое мышление.

Конечно, резкого перехода тут нет. Пропасть между чувственным и логическим мышлением должна быть чем-то заполнена. Такой промежуточной стадией служит, по-видимому, так называемое чувство-мысль, о котором актриса Бабанова говорила: «У меня потребность после читки отложить все на возможно далекое время, не работать... На это уходит около месяца. А затем что-то оживает. Я начинаю чувствовать, что это не слова, не названия, а какие-то люди, живые люди... Я не знаю, как сказать... не знаю, где грань, когда ты думаешь и когда ты чувствуешь».

Как научно объяснить появление этого моста между чувством и мыслью? Человек ощущает не только различные свойства и качества предметов, но и те связи и отношения, которые между предметами существуют. Не ощутив этого сходства или различия, мы не могли бы его в дальнейшем осознать.

Чувство взаимного соотношения предметов — это уже так называемое интеллектуальное чувство. Оно непосредственно предшествует мысли логической, выраженной словами.

Первый и главный признак мышления — обобщенное отражение действительности. Помните, у Ленина: «Каждое слово уже обобщает».

Когда вы говорите «карандаш», вы подразумеваете под этим не только тот карандаш, что держите в

руке, но и вообще предмет, изделие, с помощью которого можно писать.

Пожалуй, не менее важно и второе свойство. Допустим, вы встали утром и хотите узнать, холодно сегодня или тепло. Можно, конечно, просто выйти на улицу и на практике убедиться, мороз там или оттепель. Это чувственный, наглядный способ. В этом случае вам не пришлось думать, вы просто ощутили прохладу воздуха и капли дождя, и этого оказалось достаточно. Может быть, вы даже не сказали про себя: «Ну и холодище», — а лишь поежились да подняли воротник пальто.

Но к тому же выводу можно прийти и косвенным путем, не подставляя лицо ветру. Достаточно просто подойти к окну и взглянуть на градусник. Остальное — дело вашего ума. Путем нехитрых рассуждений вы сообразите, надевать сегодня плащ или пальто.

Это и есть мышление.

От наглядно-чувственного опыта оно отличается своей абстрактностью. Вы ничего не ощущали и не измеряли даже. А лишь рассуждали, то есть имели дело с отвлеченными свойствами предметов и явлений — градусником, заполняющей его ртутью, нарисованной на нем шкалой, температурой воздуха и так далее — и мысленно устанавливали между ними связи, причинную и следственную зависимость.



Благодаря тому, что мышление имеет дело не с конкретными предметами, а обобщенными, абстрактными понятиями о них, возможности нашего разума очень возрастают: область того, что мы мыслим, значительно шире того, что мы непосредственно ощущаем. С помощью мышления мы познаем и то, что уже давно прошло, и то, что еще только когда-то будет. И вообще то, что недоступно



непосредственному восприятию, — температуру звезд, например.

Но как мы все же думаем?

Как совершается переход от заочного образа того круглого стола, что стоит у вас в комнате, к отвлеченному понятию о «столе вообще», как мебели, приспособленной для еды и работы? Какие этапы проходит мысль дальше?

Мысль начинается с сравнения. Сопоставляя между собой образы разных предметов и явлений, мы постепенно отделяем главные их признаки от второстепенных, закономерные от случайных, общие от частных. Только мысленно сравнив множество круглых и прямоугольных, больших и маленьких, высоких и низких, трех- и четырехногих столов, мы пришли к обобщенному понятию стола вообще.

Чтобы у нас выработалось такое понятие, нам пришлось не просто сопоставлять разные столы по размерам и форме. Надо было мысленно расчленить стол на части (анализ), понять назначение каждой из них, затем мысленно же собрать стол вновь (синтез).

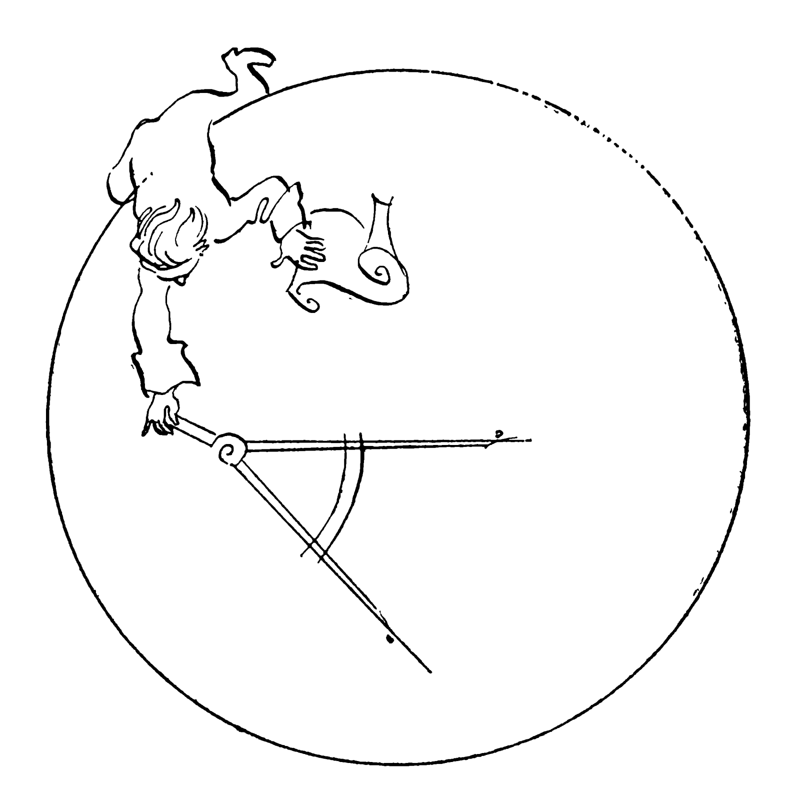
Анализируя, что собой представляют ножки стола или его крышка, мы отвлекались от того, из чего они сделаны, какого цвета, какой формы и тому подобных несущественных для нас сейчас свойств. Нас интересовала только их роль — от остального мы, как говорят, абстрагировались.

Наглядным примером синтеза может служить так называемый «словесный портрет» — описание отдельных черт лица, по которым можно представить себе наружность никогда не виденного раньше человека. Словесный портрет используют для опознания преступника, если нет его фотографии, — помните у Шейнина.

Главное, что мышление наше всегда имеет какую-то цель: что-то понять, ответить на определенный вопрос, решить большую или маленькую проблему и так далее. Своей целенаправленностью оно и отличается от простой цепочки ассоциаций. Однажды человеку предложили описывать все, что придет ему в голову, когда, лежа на диване, он услышит случайно сказанное слово и станет «думать», не имея определенной задачи. В ответ на произнесенное слово «палочка» услышали:

«Палочка дирижера... Знакомый учитель пения, композитор, композитор Глинка (виденный портрет его в шапочке)... Римлянин вроде Нерона, римский дворец, идет римлянин в белой одежде... Сад, масса роз, аллея, там много воинов... Громадное дерево, на нем узор елочных палочек. Вылетают белые птицы оттуда. Это стреляют. Это пули. Я вижу, как они летят, вернее, след их — белые, блестят. Они превращаются в звериные лапы с белыми когтями. Последние ползут, расплываются, это дорога. Дорога превращается в водопад на Кавказе...»

Вот какая несуразица может получиться, если ду-



мать ни о чем, бесцельно, ничего ни с чем не сравнивая, не обобщая.

Сравнение, анализ, абстракция, синтез — это все различные виды умственных действий, так сказать, обязательный набор правил мышления, без которого не обойтись ни художнику, ни писателю, ни ученому, ни инженеру, ни просто школьнику.

С чем же производятся эти умственные действия? Подобно тому, как чувственное знание оперирует образами предметов и явлений, логическое мышление имеет дело с понятиями. Понятие, как мы уже говорили, — обобщенное представление о предмете. Это и есть пресловутый «стол вообще». Понятие в отличие от образа предмета лишено чувственной наглядности,

оно возникло не на основе ощущении, мы до него «дошли головой».

Наконец еще одна несхожесть. Образы предметов не имеют никакой специальной формы существования, а понятия всегда выражены в словах, и потому ими удобнее оперировать при мышлении.

Характер мышления каждого человека в значительной мере определяется тем, насколько богаты по содержанию употребляемые им понятия, каким запасом их он обладает.

В ходе умственной деятельности человек оперирует понятиями, определенным образом связывая их между собой. Так образуется простейшая форма мысли — суждение, выражается оно сочетанием слов, то есть предложением. Когда мы соотносим между собой суждения, образуется новая, более сложная форма мысли — умозаключение.

И суждения и умозаключения могут быть самыми различными. Возьмем, к примеру, два основных их вида, когда в результате рассуждений совершается переход от частных случаев к общему положению, и противоположный — когда частный вывод следует из общих посылок. Умозаключения первого типа наиболее часто используются в химической науке. Скажем, измеряют удельный вес какого-то одного куска железа и делают вывод об удельном весе железа вообще.

Вторые умозаключения служат основой математических доказательств. Вот хоть такого: раз все числа, сумма цифр которых кратна трем, делятся на три, значит и число 4128 разделится на три. Эти дедуктивные умозаключения, как их называют, были излюбленным приемом Шерлока Холмса. Сколько самых запутанных преступлений раскрыл он чисто умозрительным путем, всего лишь при помощи последовательных рассуждений.

Пусть вас не смущает то, что все эти преступления да и сам Шерлок Холмс выдуманы Конан Дойлем. Не выдуман в его романах метод размышлений, которым, кстати говоря, сам Конан Дойль тоже владел в совершенстве. В затруднительных случаях к не-

му обращалась лондонская полиция, и он успешно помогал в раскрытии самых запутанных преступлений (в результате разгадки одного дела был освобожден невиновный человек, двадцать лет просидевший зря в тюрьме).

Вот все эти формы мышления — суждения, умозаключения и правила их образования — и составляют логику. Когда-то она изучала только самые простые, подобные перечисленным здесь. Теперь в ее ведении находятся и более сложные, специальные приемы, характерные для мышления в его наиболее развитой форме — научной.

Уже в результате обычного умозаключения, когда сопоставляются между собой различные суждения, человек приходит к новому знанию. Чем более умело он думает, то есть чем свободнее и в то же время логичнее мыслит, тем больше новых истин рождается в ходе его рассуждений, пока, наконец, мысль не обгонит практическую деятельность и не станет теперь уже сознательно предварять ее. Человек научится думать вперед, иными словами — предвидеть, что может получиться из тех или иных реальных действий. А затем не только делать предположения, но и ставить вопросы.

Умение подметить непонятное, то есть увидеть вопрос, — одна из важных особенностей творческого ума. Сила великого ума нередко проявляется в том, что в привычном и как будто известном он видит проблему, которую надо решить.

Это особенно наглядно видно в труде ученых. Конкретные способы и приемы решения разного рода задач (имеются в виду не просто математические, а вообще проблемы) и составляют основу научного мышления. Нет возможности перечислить их — не только потому, что их чрезвычайно много, но и потому, что далеко не все способы нам известны, то есть осмыслены и поняты нами. Недаром ведь творческое мышление во многом еще остается загадкой.

Конечно, очень заманчиво проникнуть в лабораторию мышления. Понаблюдать какими-то доступными средствами за тем, что происходит, грубо говоря,



в голове ученого, когда он находит решение труднейшей задачи.

Дать представление о специфике научного мышления может хотя бы такая его форма, как мысленный эксперимент. Впервые применил его Галилей, когда объяснил, что такое инерция.

Теперь каждый из нас, слегка поднатужась, вспомнит: если тело не встречает сопротивления, то теоретически оно будет двигаться равномерно хоть до бесконечности. Это и есть движение по инерции. Сейчас представление об инерции знакомо любому школьнику. Ведь с него фактически начинается такая наука, как механика. А во времена Галилея понятия, отражающие механические движения тел, были нечеткими, например, скорость и ускорение не различались между собой. Впервые «разделил» их Галилей. Для этого он проводил реальные опыты и измерения. Но кто, где и когда наблюдал равномерное бесконечное движение?

Такой опыт невозможно осуществить. Да и чисто логически нельзя «открыть» принцип инерции, так как для этого, помимо скорости и ускорения, необходимо ввести в рассуждение и массу тела как меру инерции, а этого понятия еще не существовало. Оно появилось в результате того самого мысленного эксперимента, о котором идет речь.

Прием этот, впервые найденный Галилеем и используемый учеными в наши дни, на первый взгляд кажется фантастическим.

Галилею не потребовались ни измерительные приборы, ни движущиеся предметы. Все это существова-



ло в его воображении, и сам опыт проводился в уме.

Галилей мысленно рассматривал движение шара по наклонной плоскости. Мысленно он сделал шар идеально круглым, а плоскость идеально гладкой и бесконечной. Так он устранил влияние трения и других случайных и побочных причин.

Что будет с таким идеальным шаром, если его предоставить самому себе? Видимо, он станет катиться вниз со все возрастающей скоростью и бесконечно долго. А если изменить условия? Галилей мысленно же прерывает движение шара и толкает его вверх. В новой ситуации шар, по-видимому, замедлит движение. А что отличало движение вниз по наклонной плоскости и вверх? Только направление. Значит, ускорение и замедление движения зависят от угла наклона плоскости. Это единственное внешнее воздействие, которое испытывает идеальный шар.

Галилей устраняет и его — мысленно располагает плоскость горизонтально. И тогда оказывается, что в этом случае идеальный шар будет оставаться в покое или сохранять величину своей скорости и направление движения неизменными теоретически беспредельно долго.

Так был открыт первый закон механики — закон инерции. Вот как еще, оказывается, можно делать открытия.

О ЧЕМ ДУМАЛ НАПОЛЕОН?

Почему-то принято считать образцом подлинно умственной деятельности работу ученого, притом непременно теоретика. Все остальные виды интеллектуального труда относят, как правило, к более низкому рангу.

Однако если вдуматься, выяснится ошибочность столь поспешного вывода (кстати, и среди психологов в этом вопросе нет единодушия: одни в свое время утверждали, что гений возможен только в искусстве; другие видели высшую ступень деятельности разума

в занятии философией). Чем ум Петра I, скажем, ниже ума Ломоносова?

Впервые (если не считать Аристотеля) занялся исследованием ума великих практиков, как он их назвал, известный наш психолог Борис Михайлович Теплов. Практиками в их высших проявлениях он считал политиков, государственных деятелей, полководцев, а вообще говоря, любого организатора, администратора, производственника, хозяйственника. Их он противопоставил теоретикам в широком смысле — тем, кто занимается наукой, философией, искусством.

Собственно, не столько противопоставил, сколько объединил. «И мышление ученого и мышление государственного деятеля связано с практикой», — говорил он. Разница только в том, что работа теоретического ума сосредоточена преимущественно на первом этапе познания: на переходе от непосредственного созерцания к абстрактному мышлению. А работа практического ума — главным образом на второй, действенной части познания, когда абстрактные теоретические истины, добытые умственным путем, проверяются практикой, на том самом «верном попадании» после теоретического разбега, о котором говорил Владимир Ильич Ленин.

Борис Михайлович Теплов доказал, что умственная работа ученого, занимающегося одним исследованием нередко долгие годы, даже проще и спокойнее, чем политического деятеля или полководца, которым приходится решать многообразные и противоречивые умственные задачи, да еще в крайне жестких условиях.

Чтобы разрешить в кратчайший срок те сложные задачи, которые встают перед военным начальником в решающий момент боя, недостаточно обычных качеств ума. Необходимо то «окрыление и обострение способности суждения», которое свидетельствует о максимальной продуктивности ума.

Наполеон писал об одном из своих маршалов: «Ней имел умственные озарения только среди ядер, в громе сражения; там его глазомер, его хладнокро-

вие и энергия были несравненны, но он не умел так же хорошо приготовлять свои операции в тиши кабинета, изучая карту».

О другом своем маршале, Массене, Наполеон говорил: «Он плохо продумывал распоряжения. Разговор его был малосодержателен, но с первым пушечным выстрелом, среди пуль и опасностей его мысль приобретала силу и ясность. Талант его возрастал в крайней опасности».

Не правда ли, в главных чертах это напоминает вдохновение? То самое вдохновение, которое долго считалось привилегией исключительно поэтов, потом обнаружилось в более прозаической, научной деятельности, а теперь исподволь проявлялось и в такой сугубо практической работе, как руководство боем. Знаменательно, верно?

Какие же еще качества ума необходимы полководцу?

Наполеон однажды сказал: «Вдохновение — это быстро сделанный расчет». Но вряд ли он имел в виду именно вдохновение, речь здесь идет скорее об интуиции. Не ошибаемся ли мы? Видимо, нет. Вот что говорит Михаил Васильевич Фрунзе: «Для того, чтобы быть хорошим стратегом одинаково как в области чистой политики, так и в военном деле, необходимы особые качества. Самым важным из них является так называемая интуиция, способность быстро разобраться во всей сложности окружающих явлений, остановиться на самом основном и на основании учета этого основного наметить определенный план борьбы и работы».

Итак, опять знакомое слово. Таинственная интуиция. Полководцы, как и ученые, понимают под ней нередко совершенно противоположное. Наполеон видит в интуиции лишь гораздо более быстрое течение мысли, чем при обычном умозаключении или рассуждении. Клаузевиц считает интуицию качественно иным процессом мышления. «Умственная деятельность здесь (на войне) покидает область строгого знания — логики и математики — и превращается в искусство в более широком смысле этого слова, то

есть в умение интуитивно выбирать из бесчисленного множества предметов и обстоятельств важнейшие и решающие».

Кто прав? На этот вопрос трудно ответить. Ведь природа интуиции досконально не известна даже психологам. Недаром многие из них предпочитают о ней вообще не упоминать. Борис Михайлович Теплов не относится к их числу. Он делает попытку проанализировать это понятие.

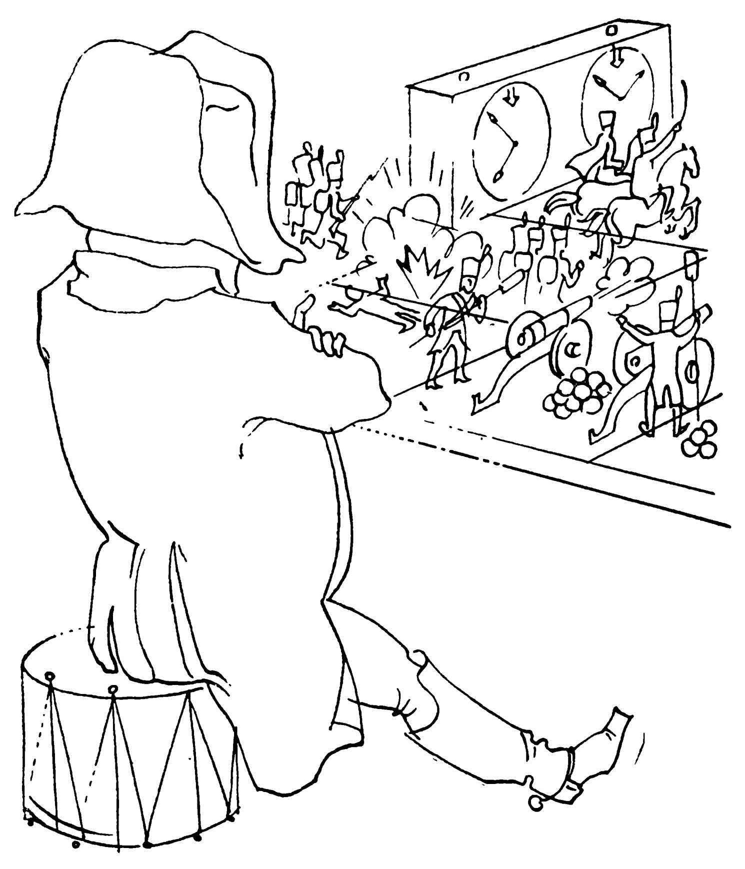
Конечно, интуиция не особый путь познания, стоящий в одном ряду с чувственным и логическим. Это разновидность мышления, качественно отличная от обычных логических умственных действий. Не только большей скоростью, но и меньшей развернутостью. Интуитивное умозаключение всегда сокращенное, но не потому, что отдельные звенья умственного процесса выпадают, просто они очень быстро проносятся в сознании, так что не успевают полностью осмыслиться. Это и дало повод причислить интуицию к бессознательным действиям, что на деле совсем неверно.

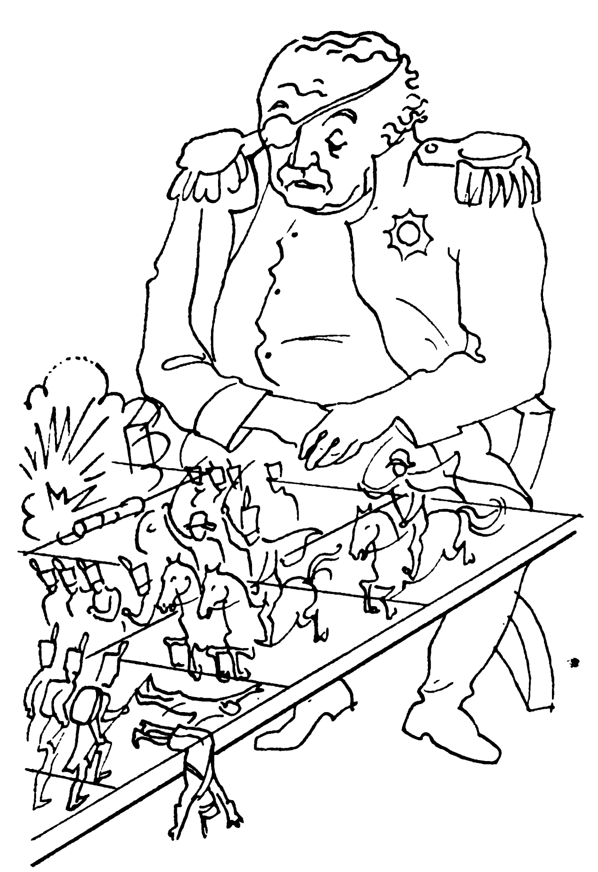
Что же касается того, к чувственному или логическому мышлению относится интуиция (обычно ее причисляют к наглядной, бессловесной еще стадии), то правильнее относить ее ко вторым, чисто умственным действиям. Но в ней наряду со словом большая роль принадлежит и наглядным представлениям. Недаром не всегда сразу можно объяснить словами то, что интуитивно пришло в голову. Ведь это всегда больше похоже на догадку, чем на последовательный логический вывод. Знаток военного искусства Клаузевиц по этому поводу замечает, что интуиции обычно бывает достаточно для действий полководца, но недостаточно, чтобы убеждать других на совещании, доказывать правильность данного решения.

Во всем, что мы говорили до сих пор, интуиция ученого или полководца была сходна. Но, как метко сказал Борис Михайлович Теплов, «в работе ученого интуиция — это некоторая роскошь, а для полководца она необходимость».

В самом деле, если решение проблемы, над которой работает ученый, произойдет не мгновенно, а придет постепенно, результат не изменится. Интуиция в науке — просто удача. И это «вдруг», кстати говоря, далеко не всегда случается.

Другое на войне. В работе полководца мгновенное решение в некоторых случаях просто необходимо. Его невозможно заменить длительным, постепенным решением. «Если бы идея прорвать фронт противника массированным ударом большой колон-





ны, поддержанным сосредоточенным огнем неслыханного для того времени количества орудий, пришла Наполеону не во время сражения при Ваграме, когда все его духовные силы направлены к одной цели: найти выход из положения, становящегося неблагоприятным, — пишет Теплов, — если бы эта идея «внезапно» и «спонтанно» посетила его в какой-нибудь другой момент жизни, то она осталась бы без всякого прямого отношения к его полководческой деятельности. Во всяком случае, сражение при Ваграме было бы проиграно».

Полководец не может ждать «осенения», просто вся его мыслительная деятельность протекает быстрее, думает он энергичнее и экономнее, зачастую не успевая осмыслить сам, как и почему возникло у него именно то, а не другое решение, хотя он совершенно убежден, что оно единственно правильное. Интуиция у полководца теряет остроту внезапности, она становится просто одним из наиболее рациональных в данных условиях способов мышления.

Есть и другие сходства и различия в мышлении полководца и ученого.

И к ученому и к полководцу интуиция не является как некий дар свыше. Она возникает как следствие долгой и качественной мыслительной работы. Как сказал кто-то из психологов, «счастливый миг, приносящий решение задачи, — это по большей части час жатвы тех плодов, которые взошли в результате всего предшествующего труда». Вот и Наполеон подтверждал: «Вовсе не гений внезапно и таинственно открывает мне, что именно должно говорить и делать при обстоятельствах, кажущихся неожиданными для других, но мне открывает это мое размышление».

Разница только в том, что ум ученого подготавливает интуитивное решение, работая над какой-то определенной проблемой. А ум полководца должен быть готов к тому, чтобы давать интуитивные решения совершенно новых, неожиданных и непредвиденных задач. К тому же решение это должно быть не предварительным, как у исследователя, где интуиция рождает почти всегда лишь гипотезу, требующую дальнейшего домысливания и проверки, а окончательным, потому что ход событий не всегда предоставляет возможность дополнительной мыслительной работы.

Вот видите, как ответственна работа практического ума. Ясно, что деятельность любого практика, в том числе и полководца, предъявляет очень высокие требования к его уму.

Мы часто говорим о «задатках математика», о «музыкальной одаренности» (они обычно прояв-

ляются уже с детского возраста). А в чем выражаются «задатки полководца»? Что обеспечивает ему столь качественную работу мышления?

Мгновенно понять неожиданно возникшую задачу и столь же быстро решить ее можно, только обладая умением реально видеть на воображаемой карте или схеме возможные комбинации действий — свои и противника. «Наполеон знал карту и умел обращаться с ней, как никто. Он превосходил в этом своего начальника штаба и ученого-картографа маршала Бержье, — пишет известный его биограф академик Тарле, — превосходил в этом всех полководцев, до него гремевших в истории». Объяснялось это его способностью «сразу видеть в данной местности то, чего другие не видели», и даром «быстрого чтения топографических карт и запечатления в памяти крупных очертаний».

Речь, стало быть, идет об исключительном развитии пространственных представлений (в этом и состоит наглядность военной интуиции).

Конечно, способности гениев и талантов вырастают из общих способностей человеческого ума. Но какие-то из них у людей выдающихся в той или иной области достигают особенно высокого развития.

Все в какой-то мере обладают «чувством местности». Одни зримо представляют себе все повороты пройденного пути, они как бы осознают направление. Другие словно мысленно составляют план местности и ориентируются по нему. Это, так сказать, более абстрактная наглядность. Недаром второй способ считается высшей формой пространственных представлений.

Борис Михайлович Теплов утверждает, что полководцы должны уметь и чувствовать местность и пользоваться мысленной картой. «Полководец должен подняться до представления географических особенностей целой области и даже страны, — подтверждает Клаузевиц, — всегда иметь перед мысленным взором направление дорог, течение рек, расположение горных цепей и, кроме того, обладать способностью понимать подробности местности!»



Но, разумеется, одного пространственного воображения, даже высокоразвитого, недостаточно для полководца. Ведь на Бородинском поле не просто были расположены конные и пешие полки, артиллерийские батареи и фортификационные сооружения. С первым же залпом, когда пороховой дым потянулся над полем, с первой атаки и контр-

атаки войска пришли в движение. Сражение распалось на десятки и сотни мелких стычек, меняющихся с калейдоскопической быстротой. Правильно видеть общий ход боя в каждый момент, вовремя разгадывать намерения противника, руководить действиями своей армии так, чтобы добиться выполнения поставленной задачи (Кутузов стремился максимально ослабить и обескровить армию Наполеона и осуществить свой замысел), можно только, обладая еще одной важнейшей способностью.

Теплов уверяет, что всякий полководец должен обладать своеобразным «временным воображением», то есть способностью непосредственно представлять себе течение событий и по разрозненным признакам воссоздавать мысленно их ритм. Временно́е воображение тоже служит основой военной интуиции, или «чувства противника», как ее иногда называют.

Кстати, в любой практической деятельности работа может быть продуктивной, творческой, только когда вырабатывается соответствующая интуиция. У летчика это «чувство самолета», у юриста «чувство следователя», у пловца «чувство воды», у футболиста «чувство мяча» и т. п.

Но не всегда же полководец действует интуитивно. Вот что говорил Наполеон по поводу одного исключительно смелого передвижения войск: «Это расчет часов; это также расчет территории; но при этом нельзя ошибиться ни на несколько минут, ни на несколько саженей, так как дело идет о целости армии».

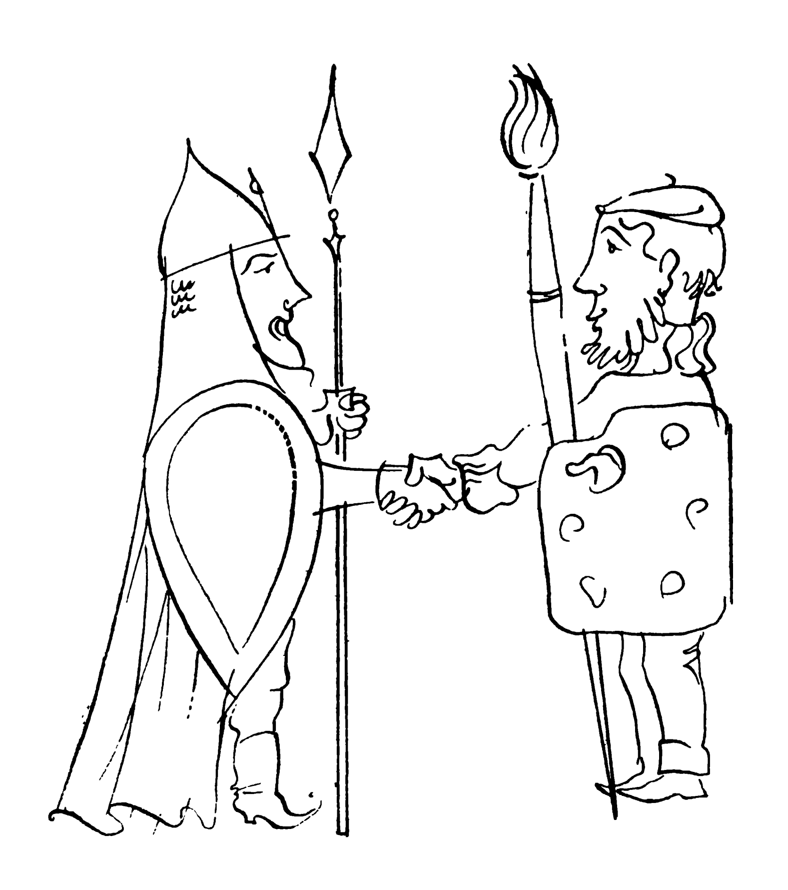
Стало быть, расчет — точнейший, ювелирный, без которого невозможно было бы действовать быстро и уверенно, тот расчет, что лежит в основе совершенно особого качества полководца — мужества ума. Именно это позволило Кутузову вопреки мнению огромного большинства военачальников, в разрез с требованиями царя, несмотря на желание всей армии и жителей, оставить в 1812 году Москву без боя. И кажущееся поражение обернулось хорошо рассчитанной победой.

Смелость мысли необходима и ученым. Ведь чтобы по-новому взглянуть на, казалось бы, известное, подтвержденное авторитетами, нужно быть человеком мужественного, решительного ума. Те, кто остерегался ставить вопросы, так и не сумели стать первооткрывателями.

Благодаря точному расчету опытный полководец словно предвидит события. Предвидение — результат глубокого проникновения в обстановку и понимания главного в ней, решающего, того, что определяет ход событий. Военная карьера Наполеона началась с такого случая. После падения Тулона в руки французского командования попали протоколы военного совета англичан, на котором обсуждалось, как удержать крепость. Когда их сравнили с протоколами того военного совета, на котором Наполеон (тогда просто капрал) предлагал свой план взятия крепости, то выяснилось, что он заранее предвидел все возможные действия противника. Это дало ему чин генерала.

Предвидение в науке играет, пожалуй, даже большую роль, чем в деятельности практиков. Вот что говорил, например, об известном итальянском физике Энрико Ферми его друг, тоже ученый: «Ферми был тогда, бесспорно, самым видным специалистом по нейтронам. Интуитивное чутье, подсказывавшее ему законы поведения нейтронов, напоминает чутье эксперта по радиоприемникам, угадывающего направление электрического тока в схеме. Чтобы предвидеть результаты опыта, Ферми не нужны были расчеты...»

Итак, предвидение — это умение выделить существенное, высшая ступень мысленного анализа. Пожалуй, не только анализа. «Превращение сложного в простое» — вот формула мышления полководца, которую выдвигает Теплов. Иными словами, вначале анализ сложной обстановки, в итоге синтез, дающий простые и определенные решения. Характерно, что в мышлении полководца синтез не только следует за анализом, но и предшествует ему. Военный начальник анализирует обстановку всегда с какой-то



точки зрения, в свете каких-то идей, то есть на основе уже каких-то предварительных выводов.

У хорошего практика ум не может быть, как у большинства теоретиков, либо аналитическим, либо синтетическим. В нем обязательно должны быть высоко развиты оба мыслительных процесса.

Значит, не приходится и говорить, что мышление практиков ниже мыслей теоретиков. Лишний раз убеждаемся, что чисто количественные оценки «выше» и «ниже» мало применимы к разным способам

мыслительной работы взрослого человека. Чаще приходится иметь дело с качественной стороной этих процессов.

Конечно, отсутствие прибора, натурального или воображаемого, который вроде термометра, измеряющего температуру, точно характеризовал бы уровень мышления, существенно затрудняет задачу исследователей. Приходится вырабатывать критерии, которые сами по себе не являются такими абсолютными, как, скажем, константы в физике. Даже понятие «инерция», как мы видели, неодинаково звучит в разных устах.

Заслуга не во всем сходных, но объективных критериев в том, что они позволяют как бы высветить с разных сторон лабиринты мышления, подобно прожекторам, бросающим лучи из разных точек на один и тот же объект.

Так, например, иногда разделяют людей и по другому признаку — конкретному и абстрактному уму. Один французский психолог сравнивал с этой точки зрения крупнейших физиков. Вот что он пишет: «Некоторые из них обладали замечательной способностью представлять в своем воображении сложное целое, образуемое разнородными объектами; они схватывают эти объекты одним взглядом и не нуждаются в том, чтобы близорукое внимание направлялось сначала на один объект, потом на другой, и этот единый взгляд не является смутным и неопределенным; он точен вплоть до мелочей, каждая деталь отчетливо воспринимается на своем месте и в своем относительном значении.

Таковы конкретные умы. Для других представлять в воображении очень большое количество объектов и притом так, что они усматриваются сразу, во всей сложности их взаимоотношений... операция невозможная или, во всяком случае, очень трудная... Но зато они без всякого усилия постигают идеи, очищенные в результате абстракции от всего того, что может опираться на чувственную память, они ясно, исчерпывающе схватывают смысл суждения, связывающего такие идеи».

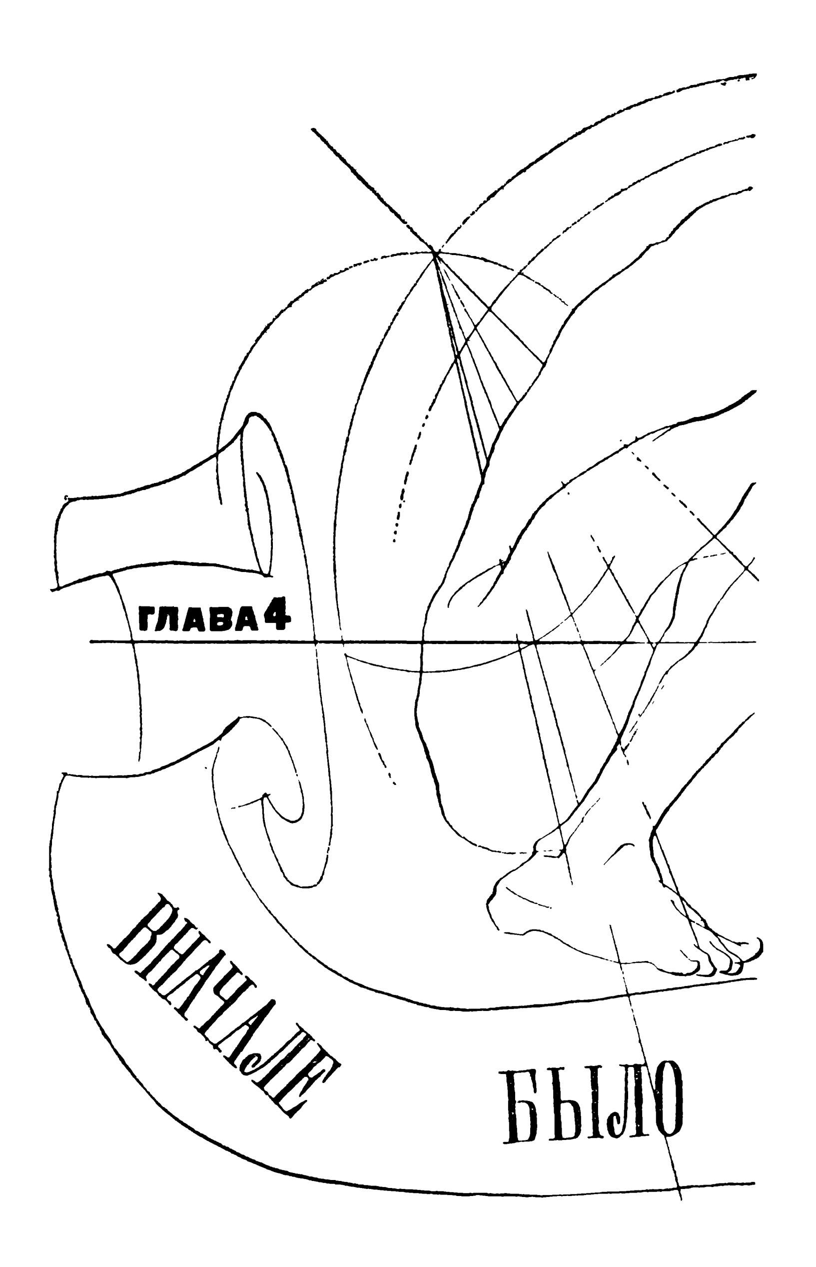
Это абстрактные умы, которые «сводят факты к законам, а законы к теориям».

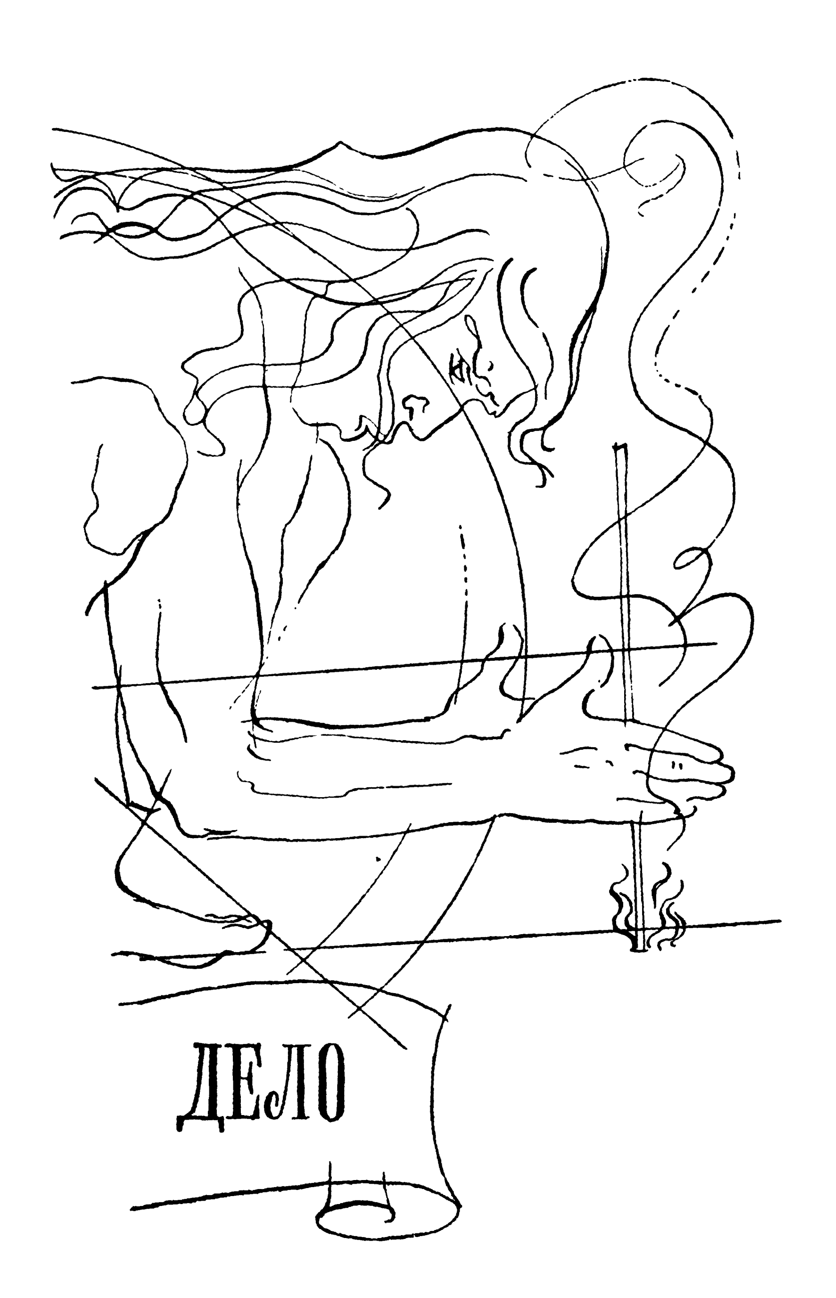
В научном творчестве такое разделение правомерно. Зато полководцы и вообще «практики» — это непременно люди конкретного ума. Ведь невозможно представить себе военного начальника, который привел армию к поражению, хотя руководствовался при этом верными решениями стратегической задачи. А в науке может иметь большую ценность решение неправильное в целом, но дающее глубокое и оригинальное освещение отдельных сторон проблемы.

Тем не менее между мышлением теоретиков — ученых, писателей, художников и военных начальников, государственных деятелей, политиков — больше сходства, чем различий. Насколько можно судить, конечно, по немногочисленным исследованиям психологов. Работа Бориса Михайловича Теплова едва ли не единственная в своем роде. Большинство психологов предпочитают описывать «мышление вообще», а не исследовать подробно ум полководца, инженера или музыканта.

Теплов рассказал о том, как думал Наполеон, другой известный наш ученый, Бонифатий Михайлович Кедров, детально исследовал мысли Менделеева в день великого открытия — этим, пожалуй, и исчерпываются конкретные работы о творческом мышлении.

Как узнать о нем подробнее? Прежде чем браться за объяснение самого сложного способа думания, видимо, надо познакомиться с более простыми его формами, с которых начиналось мышление.


ГЛАВА 4
ВНАЧАЛЕ
БЫЛО


ДЕЛО

ЗВЕРИ, В ШКОЛУ СОБИРАЙТЕСЬ

Остряки говорят, что это произошло так. Кошка увидела, как человек открыл дверь, нажав на ручку. Тогда она подумала: «Если это может сделать рука, то почему не лапа?» Так будто бы животные научились думать.

Нет, нет, не беспокойтесь: мы с вами не будем обсуждать проблему — думают ли животные и, если да, то кто умнее: собака, обезьяна или, по последним сведениям, дельфин? Нам придется просто принять за факт, что животные — пусть в элементарной форме — мыслят. (Иначе было бы непонятно, как научились этому мы.)

Разумеется, мыслят животные совсем не так, как мы. Иван Петрович Павлов называл их мышление конкретным, или мышлением в действии. «Для животного, — говорил он, — действительность сигнализируется почти исключительно только раздражениями и следами их в больших полушариях, непосредственно приходящими в специальные клетки зрительных, слуховых и других рецепторов организма. Это то, что и мы имеем в себе как впечатления, ощущения и представления от окружающей внешней среды, как общеприродной, так и социальной, исключая слово видимое и слышимое. Это первая сигнальная система действительности, общая у нас с животными. Но слово составило вторую, специально нашу, сигнальную систему действительности, будучи сигналом первых сигналов. Многочисленные раздражения словом, с одной стороны, удалили нас от действитель-

ности... С другой стороны, именно слово сделало нас людьми...»

Итак, мышление животных бессловесное, наглядное, тем не менее оно служит им для элементарного познания мира. Процесс познания еще не выделился у животных в самостоятельный вид деятельности — среди них нет «ученых», только накапливающих знания. Звери действуют не для того, чтобы познать, а чтобы приспособиться к окружающей среде.

Однако приспособиться-то они могут, только если приобретут хоть какие-нибудь сведения об окружающем мире. Вот именно эта сторона мышления — не автоматически полученные по наследству, а накопленные в течение жизни знания — и будет нас интересовать. Конечно, не сами сведения, приобретенные обезьяной или собакой, а способ их добычи.

Почему это важно знать? Да прежде всего потому, что мышление животных — это предыстория нашего разума. Они остановились на той ступеньке, с которой мы начали свое восхождение к вершинам мысли. А чтобы хорошенько разобраться в том, как мы мыслим с помощью чисто человеческой второй сигнальной системы, надо понять, как можно думать без слов.

И вот что любопытно: при таком сравнительном подходе к психике то, что в мышлении человека представлялось на первый взгляд крайне простым, неразложимым, оказывается чрезвычайно сложным. Исследуя мышление животных, удается раскрыть детали умственного процесса: то, что длилось всего мгновение, растягивается на продолжительный период. Мышление животных служит психологам чем-то вроде лупы времени — замедленной киносъемки мгновений, когда возникают мысли.

Как же звери думают? Начинают они, как и мы, с обычного сравнения, то есть с простейшего анализа каких-то внешних раздражителей. Скажем, собака, которой показывают разные геометрические фигуры, постепенно усматривает их сходство и вскоре различает не только квадрат от треугольника, но и круг от эллипса.

Вначале она лишь отличает их друг от друга, потом начинает какую-то одну фигуру выделять из остальных. Обычно это тот квадрат или треугольник, вслед за которым в кормушке появляется еда. И теперь уже только при виде квадрата у собаки потечет слюна. Значит, она не просто проанализировала разные раздражители, но и уловила между ними определенную связь, что можно достичь только путем синтетических умственных действий. При этом собака усвоила, что не за тем или иным определенным квадратом последует еда, а за любым — большим или маленьким, черным или белым. Иными словами, она составила представление о «квадрате вообще».

Как видите, все умственные действия нам знакомы. Именно в этом смысле говорил Фридрих Энгельс, что «нам общи с животными все виды рассудочной деятельности: анализ, синтез, дедукция и индукция...».

Что удается животным осмыслить? На том элементарном уровне познания, которым они владеют, животные понимают сходство и различие окружающих предметов, их взаимное расположение и соотношение по времени. Ведь собака знает, что еда появится не где-то, а в кормушке, спрятанной за квадратом, и не в любой момент, а сразу после картинки. Самым высокоразвитым зверям удается уловить причину простейших явлений и то, что из них следует.

Это наиболее сложный вид умственной работы, доступной животным. Он требует не простого созерцания событий, а активного участия в них. Надо как-то изменить взаимоотношения предметов (хотя бы разбить орех камнем или достать далеко лежащие бананы палкой), чтобы понять, отчего такое изменение произошло!

Психологи не могут ждать случая, пока обезьяне или собаке взбредет в голову познать суть явлений. Поэтому зверей помещают в специальный «класс» — так называемую проблемную клетку — и заставляют думать над заранее подстроенной ситуацией.

Проблемная клетка — это клетка, дверца которой запирается и отпирается (что гораздо важней) изнутри. Попав в такой «класс», собаки стараются освобо-


МА МА

диться всеми известными им способами: они пытаются протиснуться между прутьями, царапают их, кусают, толкают и, совершенно случайно задев за запор, открывают дверцу.

В следующий раз собака сразу начнет кусать и царапать запор (она уже проанализировала обстановку и выделила главный предмет). Но запор — обычно это вертушка, как на садовой калитке, рычаг, петля с гвоздем, иногда даже крючок — сам по себе довольно сложен. И собаке предстоит выделить в нем главную часть. Это происходит не сразу.

Вначале собака узнает его только по форме. Роль отдельных частей запора ей не ясна. В одном из опытов собака открывала запор так, как это произошло первый раз: поднималась на задние лапы и скользила ими по двери, при этом она задевала вертушку и освобождалась. Ясно, что она действовала не сознательно, повторяя случайно найденное движение.

На третий или четвертый раз собака стукнула лапой по вертушке и открыла дверь. Казалось бы, роль запора ею понята. Оказывается, не до конца. В следующий раз собака ударила по правой стороне запора и не смогла выйти. Тогда собака изменила тактику — она стала действовать носом, но опять ошиблась — нажала посредине запора. И наконец, усвоив назначение каждой части запора, открыла дверь, нажимая на левую сторону вертушки.

Усвоенные знания оказались очень прочными. Теперь можно было перевешивать запор выше или ниже, с передней стенки на боковую — собаки (в опыте участвовал не один четвероногий ученик) после непродолжительных поисков отыскивали его и действовали заученным образом.

Находясь в проблемной клетке, собака анализирует ситуацию, в которой оказалась, и постепенно расчленяет ее на существенные и несущественные детали (стенка и дверца, прутья и запор, крючок и петля). Все реакции на несущественное тормозятся. Остаются только ответные действия на главное. Отодвигая задвижку, поворачивая щеколду, поднимая крючок, собака учится понимать их роль. При этом

она приобретает определенные знания о механических свойствах того или иного запора. Эти свойства собака не может постигнуть, так сказать, умозрительно. Сколько бы она ни смотрела на щеколду или ни обнюхивала ее, она не поймет ее назначения, пока не начнет ее толкать, двигать, вертеть, практически пробуя открыть запор.

Кстати говоря, именно отсюда возник столь известный теперь в кибернетике термин «пробы и ошибки». Его ввел один из наиболее ретивых исследователей «проблемных клеток» — американец Торндайк. В дальнейшем мы сможем убедиться, что и кибернетические машины «предпочитают» простому перебору — бесконечным пробам и учету ошибок — более творческие методы работы. А животные, пусть хоть и собаки, тем более.

Сейчас для нас важно другое: что собаки анализируют как самое проблему, так и свои пробные движения, благодаря которым они пытаются эту проблему решить.

Мысленно установленная связь между механическими свойствами определенного запора и открывающим движением и представляет собой простейшую крупицу знания, добытую собакой путем собственного опыта. Этим условный рефлекс, образующийся у собак-школьниц, собственно, и отличается от обычных условных рефлексов (иногда довольно сложных), когда животное приучается в ответ на звонки, гудки, загорающиеся лампочки и тому подобное последовательно нажимать рычаги, кнопки и педали. В проблемных клетках животные должны обучиться не только тому, что надо так или иначе реагировать на звуки или свет, но и приобрести определенный жизненный опыт, новые углубленные знания о тех предметах, с которыми столкнулись.

Особенно наглядно это видно в опытах с более сложными проблемными клетками, где требуется не открыть запор (то есть просто понять устройство уже готового механизма), а достать палкой, крючком или даже граблями еду, которая находится довольно далеко вне клетки. Здесь уже надо научиться пользо-

ваться примитивным орудием. Иными словами, самостоятельно найти решение задачи по механике.

Для этого животные (обычно ради такого случая берут обезьян — как-никак нашим ближайшим сородичам сподручнее орудовать палкой) должны проанализировать и сложившуюся ситуацию и орудие, которое могло бы им помочь. Основное условие задачи — проблему расстояния — обезьяны постигают довольно быстро. Увидев, что просто рукой еду не достать, они понимают, что от решетки до лакомого куска далеко. Так входит в их жизнь новое понятие, требующее каких-то новых действий. Начинаются поиски чего-нибудь вспомогательного. Под рукой оказываются палки, но их много — какую взять?

Вначале обезьяна хватает первую попавшуюся, она улавливает только внешнее ее свойство — длину, протяженность, а что палка коротка, понимает лишь после нескольких неудачных попыток. Постепенно в сознании обезьяны соразмеряется расстояние до цели с длиной палки. Палка выбрана правильно. Но лишь по величине. На другое ее свойство — жесткость — обезьяна не обратила внимания.

И напрасно. Мягкий прут такой же длины, как и твердая палка, мало помогает делу. Перепробовав разные палки, обезьяна, наконец, поняла и такое неявное, скрытое свойство палки, как жесткость (или толщина — в других опытах). Теперь она может применить орудие в деле и тем самым усвоить его роль в сложившейся ситуации.

Так — пусть примитивно — обезьяна углубляет свои знания. А что это, как не предыстория познания нами сущности вещей?

И вот что любопытно. Если собака или обезьяна попадает в проблемную клетку второй раз, она гораздо быстрее соображает, как открыть запор, несмотря на то, что конструкция теперь ей не знакома. Одну собаку научили открывать дверцу, нажимая на рычаг. Затем ее перевели в другую клетку и обучили отпирать дверцу, вынимая болт из петель. После этого ее поместили в третью клетку, которая была заперта на крючок.

Собака не пыталась пролезть между прутьями, как это было первый раз, не кусала их, она сразу занялась запором: начала его скрести когтями, тянуть зубами, поднимать носом. За несколько минут задача была решена. Создается впечатление, будто животные-школьники, кроме умения действовать с определенными механизмами, обучились еще каким-то более общим приемам, позволяющим быстро анализировать новую ситуацию. Животные как бы научились учиться.

Психологи заинтересовались: а смогут ли они передавать опыт друг другу? С этой целью одну собаку обучали открывать дверь на глазах у соседки, сидевшей в обычной клетке. Потом их меняли местами. Собака-наблюдательница не смогла открыть щеколду.



Но, может, она была просто невнимательной ученицей? Тогда взяли две контрольные группы животных, — кажется, это были кошки. Одна группа проследила за всеми пробами и окончательными действиями «отличницы» от начала и до конца, вторая наблюдала уже сложившиеся действия, совершавшиеся быстро и точно. И что же? Первая группа учениц успешно переняла опыт своей подруги, а вторым пришлось самостоятельно осваивать все премудрости открывания дверей.

Психологи заметили, что от опыта к опыту животные вообще все лучше

и лучше подражают своим соученикам (или учителю), так что в итоге оказываются способными сразу повторить довольно сложные действия. Однажды решили обучить кошку стягивать за веревку со стола картонку, на которой лежало мясо. В первом опыте учитель семь раз тянул у нее на глазах за веревку, пока картонка с мясом не падала. А кошка по-прежнему старалась достать мясо лапой. С большим трудом она сообразила в чем дело и, наконец, сама потянула за веревку.

А в одном из последних опытов та же кошка проделывала это после одного показа, даже если картонка была пуста.

Чем объяснить столь быстрое умственное развитие? Видимо, все теми же обобщенными приемами анализа, которыми животное овладело, приобретя способность обучаться.

До сих пор мы говорили о том, как постепенно добывают звери знания, как строго последовательно происходит у них анализ. Но бывает иначе. Нередко в совершенно новой ситуации животные сразу начинают действовать правильно. Создается впечатление, что решение пришло к ним внезапно.

Иван Петрович Павлов назвал это «инсайтом» (знатокам и болельщикам футбола, несомненно, знаком такой термин). На одной из «сред» он говорил:

«Инсайт» — это значит во всех этих случаях, что речь идет об ассоциациях, о тех знаниях, которые раньше уже в жизни были получены методом проб и ошибок».

Когда говорят о внезапном разумном использовании палки, тогда такое объяснение можно принять. Значит, обезьяна действительно уже имела дело с палкой или каким-то другим орудием и научилась им пользоваться. Сейчас прежние знания просто «всплывают» и помогают ей действовать правильно без предварительных проб.

Другое дело, если собака или обезьяна учатся, например, различать 76 ударов метронома от 80 или любые другие очень близкие по значению сигналы. Происходит это, как и следовало ожидать, не сразу.

Примерно 150 раз приходится повторять нужный сигнал в сочетании с едой, чтобы собака уловила столь тонкую разницу. Зато дальше дело идет гораздо быстрее. Рефлекс на разные тоны свистка, скажем, образуется уже после восьми сочетаний звука и еды.

Слон, который впервые участвовал в испытаниях, научился различать крест от круга только с 330-го раза. А четвертую пару фигур он узнавал всего с 10-го раза.

У обезьян же удалось выработать способность различать более 300 парных картинок. С каждой новой демонстрацией они все быстрее учились отличать картинки друг от друга. В результате они стали разбираться в новой ситуации с первого раза. Конечно, это нельзя объяснить тем, что в мозгу у обезьяны образуется 344 новых связи. Гораздо вероятнее предположить, что у них формируется способность сразу решать сходные задачи, типовые, как сказали бы учителя. Животные словно обучаются определенным познавательным операциям довольно общего характера. Это позволяет им действовать быстро, без предварительной подготовки, в разных сходных ситуациях.

Что же представляют собой такие познавательные действия?

Наблюдения показывают, что животные учатся сравнивать разные предметы. Многие исследователи уловили даже, как животные смотрят на одну, потом на другую картинку, прежде чем выбрать нужную. И теперь в любой ситуации, где звери будут поставлены перед необходимостью выбора, они прибегнут к вновь освоенному умственному действию — сравнению. А ведь с этого, собственно, и начинается, как вы помните, мышление.

Это, пожалуй, самое важное наблюдение. Неверно думать, будто мышление возникло как развитие каких-то врожденных способностей. Оно — прямой результат обучения. Как справедливо сказал кто-то из зоопсихологов: «Все должны учиться думать — будь то собаки, обезьяны или люди».

МАУГЛИ И «ПОЧЕМУЧКИ»

Действительно, каждое поколение людей заново учится думать, дети не рождаются «умными», все навыки мышления они приобретают на опыте, благодаря постоянному общению со взрослыми людьми. Хорошо известно, что получается, если ребенок оказывается изолированным от человеческого общества. Трагическая история двух индийских девочек, потерянных в джунглях и вскормленных волчицей, — жестокий пример такой катастрофы.

Оказавшись вне людей, Амала и Камала стали гораздо больше похожи на волчат, а не на детей. По внешнему виду, поведению, разуму это были зверята, совершенно лишенные даже проблесков человеческого сознания и каких бы то ни было навыков человеческого мышления.

Они не признавали никакой одежды, не пили, а лакали воду, ели сырое мясо, до блеска обгладывая сильными челюстями кости, днем забивались в темные углы и спали, а ночью вылезали из укрытия и начинали ползать (передвигались они только на четвереньках) в поисках пищи. Обоняние и слух у них были чисто волчьи, по ночам они часто выли, а если их хотели поймать, кусались. Никакие чисто человеческие занятия, даже игры детей, их не интересовали.

Восемь лет жизни среди волков помешали интеллектуальному развитию детей, обладавших когда-то всеми возможностями стать мыслящими существами. С большим трудом удалось привить им кое-какие навыки человеческого поведения. Восьмилетнюю девочку пришлось учить ходить, говорить и, разумеется, думать. Только через три года начала Камала понимать речь и произносить «да» и «нет». К концу пятого года жизни среди людей она знала всего тридцать слов, по уровню развития приближаясь к полуторадвухгодовалому ребенку. Еще через четыре года Камала, которой было к тому времени семнадцать лет, сравнялась по умственному развитию с детьми пяти-шести лет.

Если ребенок не общается с людьми, он не учится думать и остается на низшем, зверином интеллектуальном рубеже — вот главный вывод, который можно сделать из подобных случаев.

А нельзя ли отсюда же извлечь и обратную теорему: если ребенок развивается нормально, то, видимо, наблюдая последовательные этапы его умственного роста, можно проследить за тем, как звериный разум становится человеческим.

Такие попытки делались.

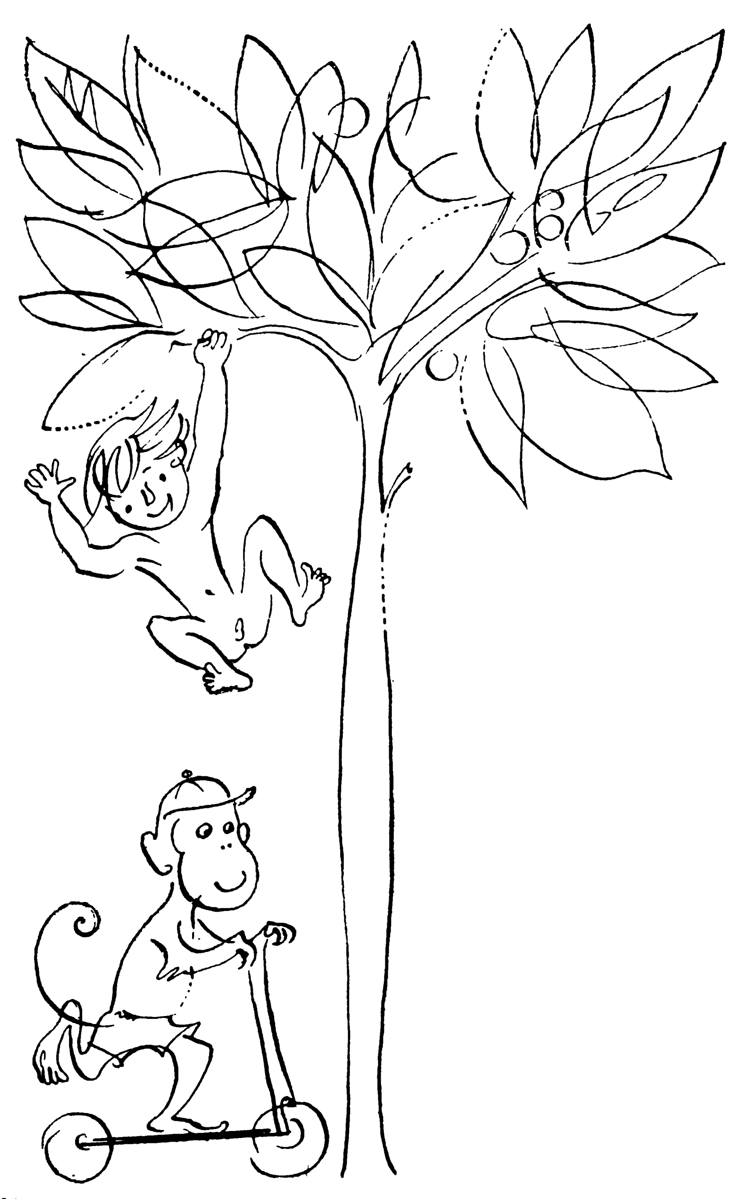
Исследователи детской психики начали с того, чем кончили зоопсихологи. Они дали ребенку различные «орудия», а за решеткой положили вкусное угощение. Будет ли поведение ребятишек отличаться от обезьяньего?

Оказалось: те же задачи, что и взрослая обезьяна, может решить годовалый младенец. Правда, ему не легко соперничать с обезьяной в подвижности и ловкости, но в мыслительном плане годовалый малыш и обезьяна равны.

Дальше сравнивать, однако, стало труднее. Когда ребенок начинает говорить, происходит столь резкое изменение его уровня мышления, что ни о каком последовательном постепенном переходе от звериного мышления к человеческому не может быть и речи. Это подтверждают и опыты, так сказать, обратные истории с Камалой, когда звериных детенышей, на этот раз нарочно, воспитывали вместе с детьми.

Два с лишним года прожил шимпанзе Иони в семье известного теперь психолога Надежды Николаевны Ладыгиной-Котс на правах ребенка. А обезьянку Вики американские ученые супруги Хейнс взяли в дом, когда ей было всего несколько недель, и воспитывали вплоть до «школьного» возраста. Исследователи старались привить обезьянам человеческий образ жизни: приучить их ходить на двух ногах, носить одежду, есть за столом, спать в постели, наконец, понимать речь и произносить слова.

Внешние навыки человеческого поведения обезьяны копируют, и довольно успешно, а вот говорить и, стало быть, думать по-человечески они так и не научи-



лись. Обе попытки в этом смысле потерпели неудачу. «Детские слова, — писала Надежда Николаевна Ладыгина-Котс, — подобны лучам, исходящим от настоящего бриллианта, он, собирая в своем фокусе отовсюду окружающий его рассеянный свет, преломляя его через свои тончайшие грани, направляет в наш глаз каскады ослепительных огней, сила и причудливость игры которых помогают нам судить о качестве природного камня и о тонкости его шлифовки...

Этой причудливой, тонкой, многообразной игры, в особенности игры психических, интеллектуальных сил и способностей, мы не видим, не обнаруживаем у шимпанзе.

Проведя наше сравнение далее, мы склонны были бы уподобить психический интеллектуальный склад шимпанзе и его тусклые, неясные, сумеречно-серые проявления, конечно, даже не фальшивому бриллианту с его ослепляющим, но фольговым блеском и не природному неотшлифованному алмазу — он еще может дать искристый блеск при соответствующей обработке, — но разновидности прозрачного, сияющего, лучистого, играющего алмаза, его собрату по происхождению — тусклому, серому, однообразному графиту».

Вот к какому выводу пришел психолог, поставивший такой необычный опыт. А Надежде Николаевне Ладыгиной-Котс можно верить, ведь она вела наблюдения параллельно и над своим сыном. Интеллект четырехлетнего ребенка оказался несравнимо более совершенным, качественно совсем иным, чем у четырехлетнего шимпанзе.

Это связано, как мы уже говорили, с речью. Активное овладение речью наиболее быстрыми темпами совершается в возрасте от двух до пяти лет. В год запас слов у ребенка исчисляется единицами. К концу второго года он достигает 250—300 слов, а еще через год доходит до тысячи. Всего за год ребенок утраивает свой словарь.

А грамматика? Корней Чуковский, писатель и лингвист, пробовал как-то подсчитать, сколько приставок, суффиксов и тому подобных грамматических форм

должен усвоить трехлетний ребенок. У него получилось что-то около 70.

«Страшно подумать, какое огромное количество грамматических форм сыплется на бедную детскую голову, — писал он потом, — а ребенок как ни в чем не бывало ориентируется в этом хаосе, постоянно распределяя по рубрикам беспорядочные элементы услышанных слов и при этом даже не замечая своей колоссальной работы.

У взрослого лопнул бы череп, если бы ему пришлось в такое малое время усвоить то множество грамматических форм, которые так легко и свободно усваивает двухлетний лингвист. И если изумителен труд, выполняемый им в это время, еще изумительнее та беспримерная легкость, с какой он этот труд выполняет.

Поистине ребенок есть величайший умственный труженик нашей планеты...»

Как удается ребенку в короткое время совершить столь сложную мыслительную работу? Это было бы невозможно без той творческой интеллектуальной силы, которая и отличает именно человеческое мышление. Она проявляется не только в умелой классификации окончаний, приставок и суффиксов, но и в неизбежном выдумывании слов, что свойственно всем детям, и в том интуитивном угадывании, с которым ребенок при создании нового слова выбирает необходимый образец. В правильном угадывании форм выдуманных слов, в так называемом чутье языка, и заключается творческий подход двухлетнего ума к сложнейшей задаче — овладению языком.

«Тот, кто в раннем детстве на пути к усвоению родной речи не создавал таких слов, как «ползук», «вытонуть», «притонуть», «тормозило» и тому подобных, никогда не станет полным хозяином своего языка... Их речь будет анемична, бескровна, мертвенна именно потому, что в возрасте от 2 до 5 их лишили возможности творчески освоить ее», — писал Корней Чуковский в своей книге о детском языковом творчестве, которую он так и назвал «От 2 до 5».

По его наблюдениям, к восьмилетнему возрасту



у ребенка такое изощренное чутье языка как бы несколько притупляется. Вернее, лингвистическая работа ребенка переходит на новые рельсы: на пороге школы перед детьми встает новая задача — осознать и осмыслить то, что в возрасте от 2 до 5 они инстинктивно узнали на практике.

Но творческие силы ума по-прежнему ищут выхода. Они проявляются и в разнообразных играх и в непрестанных выдумках, которые так характерны для детства. А ведь детские игры и фантазии не простая забава. Это своеобразная тренировка ума, необходимая для развития мышления. Недаром кто-то метко сказал: каков ребенок в игре, таков будет взрослый в работе.

Смекалка, способность планировать свои действия, в какой-то мере предвидеть последствия поступков формируются именно в играх. И где, как не здесь, проявиться творческим навыкам ума? Недаром детские игры в поезд, зоопарк, войну и тому подобное воспитатели так и называют «творческими». А фантазия, без которой не обойтись в любой игре, служит задатком будущего творческого воображения.

Творческая одаренность детей проявляется буквально во всем. Все дети рифмуют стихотворные строки, рисуют, лепят, танцуют, придумывают сказки и истории, изображают машины, зверей, поваров, шоферов, летчиков. Создается впечатление, что в каждом ребенке скрыт будущий поэт, артист, скульптор... Так щедро блещет своими бесчисленными гранями драгоценный алмаз детского ума.

Стало быть, двухлетний малыш благодаря творческому складу ума оставляет далеко позади самых разумных зверей. В мышлении ребенка гораздо больше общего с мышлением первобытных людей, чем животного. Ведь подобно тому, как физическое развитие ребенка сокращенно повторяет путь, пройденный животными от простейших одноклеточных до сложнейших организмов, его умственное развитие проходит те же этапы, что и мышление вообще, — от примитивного разума наших далеких предков до совершенного ума современного человека. Детский ум не столько продолжение ума животных, сколько конспект развития человеческого ума. Вот почему мышление детей так интересует психологов.

Именно изучение детского ума помогло разрешить давний спор о том, с чего началась мысль. Одни психологи утверждали, что человек вначале научился говорить, а потом мыслить. Другие возражали: вначале было дело, а не слово. Ведь сначала люди научились практически измерять участки земли, и лишь затем на основе практических познаний сформировалась геометрия как самостоятельная теоретическая наука.

Наблюдения над детьми подтвердили правоту вторых; маленькие дети мыслят действуя, практически решая возникшие перед ними задачи. Один малыш, которому предложили в виде опыта достать с помощью линейки высоко положенный мяч, сразу начал пробовать его сшибить или зацепить.

«Да ты подумай вначале, как лучше сделать», — сказал ему нетерпеливо исследователь.

«Не надо думать, надо доставать», — наставительно сказал тот и продолжал свои прыжки.

Другая особенность ребячьего ума — его нагляд-

ность. Дошкольники мыслят образами, а не словами. Недаром первые воспоминания носят характер картин. Даже в содержание их понятий входят только наглядно воспринимаемые признаки вещей, поэтому часто несущественные, случайные. Спросите ребенка: что такое лес? И в ответ услышите что-нибудь вроде: много елок.

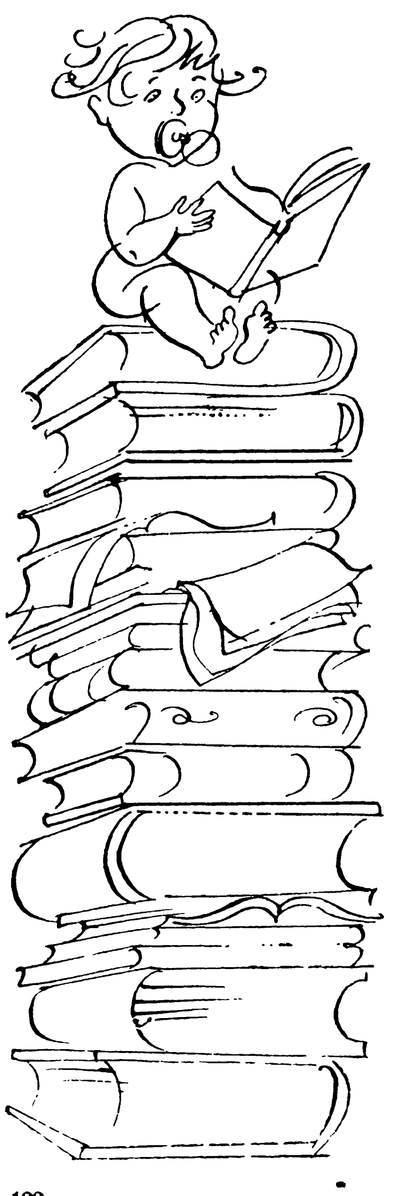
Лишь постепенно дети начинают выполнять мыслительные действия чисто умственно, то есть овладевают более абстрактным логическим мышлением.

Особенно ясно это видно, когда ребенок учится считать. Вначале дети могут считать только по пальцам — обязательно коснувшись каждого карандаша или спички. Потом им достаточно бывает лишь взглядом остановиться на каждом предмете, движения рук заменяются движением взгляда. Теперь задача решается зрительно: ребенок не дотрагивается до спичек, а лишь смотрит на них и так пересчитывает. И только потом он переходит к настоящим мысленным действиям, начинает считать спички про себя, в уме.

К. Маркс говорил: «Первой теоретической деятельностью рассудка, который еще колеблется между чувственностью и мышлением, является счет. Счет — это первый свободный теоретический акт ребенка».

Но считать дети учатся уже в школе или в лучшем случае лет шести. А у дошкольников мышление еще преимущественно образное, а то и вовсе «ручное», как называл его Иван Петрович Павлов. В одном из детских садов провели как-то эксперимент. Обычную игру в ловлю рыбы из картонного аквариума несколько усложнили. «Рыбой» служила на этот раз конфета с петелькой из проволоки. А набор «удочек» дали очень разнообразный: шесть палочек, шесть маленьких и пять больших крючков, три сильно загнутых крючка. Вдобавок «орудия лова» были разного цвета: семь красных, шесть синих, семь белых. Достать же конфету можно было только с помощью маленького синего крючка.

Ребятам предстояло выбрать нужное орудие лова, а для этого проанализировать их свойства.



Все ребята вначале пытались решить задачу чисто практически — пробуя разные орудия лова. Вскоре они могли просто осмотреть все палочки и крючки и выбрать нужный крючок после простого наблюдения и зрительного анализа. И только в конце стали настолько сообразительны, что сразу говорили: «Палочки без крючка не годятся». Так получили подтверждение о постепенном, поэтапном развитии детского и, стало быть, человеческого вообще мышления: от конкретного, действенного — к наглядному, образному и затем к словесному, логическому.

Элементарные логические действия ребенок может производить, впрочем, довольно рано. Причем рассуждения от частного к общему возникают раньше и в дальнейшем отличаются большим совершенством. Возможно, потому, что такого рода обобщения соответствуют логике развития детского ума.

Они более просты, наглядны и потому легче усваиваются. А рассуждения дедуктивные, где мысль движется от общего к частному, требуют обобщений более высокого класса: здесь надо подмечать не просто существенные признаки, но типичные, то есть уметь переносить характерные свойства на другие. Ведь гораздо проще понять, что много деревьев составляют лес, чем усвоить такую абстрактную истину, что лес — это множество деревьев.

Именно на примере развития детского ума мы видим ступени развития человеческого мышления, ту лестницу, по которой взбирается разум.

В мышлении ребенка проявляется любопытное свойство нашего разума: его способность познавать вещи все глубже и глубже. Ведь главный мыслительный процесс — обобщение — может быть разным. Элементарное обобщение — это выделение просто схожих признаков. Обобщение более высокого уровня — это уже установление существенных связей между предметами. Благодаря такому обобщению можно перейти от решения частной задачи к теории решения всех аналогичных задач. Обобщенное мышление достаточно высокого уровня — это и есть теоретическое мышление.

Конечно, детям оно недоступно. Они умеют обобщать вначале только чисто внешние признаки — по сходству. И лишь к пяти-шести годам начинают улавливать причинные связи. Это пора «почемучек». К школьному возрасту завершается первый этап развития детского ума. Они достигают, так сказать, нулевого уровня мышления взрослого человека, от которого их ум будет совершенствоваться. К семилетнему возрасту разум ребенка уже владеет, пусть в элементарной форме, всем набором приемов взрослого мышления. Дальше начнется качественный рост мышления, на что уйдут все школьные годы, да и все последующие годы взрослой жизни и развития творческих способностей. Тем не менее в мышлении ребенка и, скажем, ученого уже теперь много общего: и тот и другой все время делают открытия — не беда, что они разного масштаба.

ЕСЛИ БОГ ХОЧЕТ ПОКАРАТЬ ЧЕЛОВЕКА...

...он лишает его разума. Так говорит народная мудрость. Утратить способность думать — что может быть горше для человека, мыслителя?

Но расстройства разума изучает медицина. При чем же здесь психология? «Да при том, — говорят врачи, — что психологи помогают нам исследовать механизмы неправильного мышления. Редко в какой психиатрической больнице нет теперь психолога».

С точки зрения медицины тут все понятно: врачи ищут помощи у самых разных специалистов, черпают дополнительные сведения из смежных наук.

Когда же спрашиваешь самих психологов, что находят они для своей науки в таких необычных исследованиях, те отвечают: «Неправильно мыслящий мозг — это своего рода эксперимент, поставленный природой. Именно потому, что его невозможно повторить в лабораторных условиях, он и представляет большую ценность для ученых».

Уникальность добытых фактов не единственное, что привлекает внимание психологов к неправильно работающему мозгу. Для них не менее важны сами ошибки, с которыми думает больной. Ведь нормальное мышление — это единый сложный процесс, который искусственно трудно, если не сказать невозможно, расчленить на отдельные этапы. А в больном, неправильно работающем мозге происходит своего рода «распад» мышления, нарушаются какие-то стороны психической деятельности и становятся видны «швы» нашей мыслительной канвы. Вот почему психологов в первую очередь интересуют мыслительные ошибки, ведь они как раз и раскрывают механизмы мышления.

Как же психологи изучают неправильный ход мысли? Им приходится действовать скорее как медикам, когда те исследуют сердце или легкие. Чтобы узнать, как работает сердце, врачи заставляют больного несколько раз присесть и затем слушают изменения сердечного ритма. Иными словами, они как бы проводят

испытание, нагружая сердце и наблюдая за его работой во время нагрузки.

Психологи тоже дают мозгу нагрузку — заставляют больных думать над предложенными задачами, которые составлены так, чтобы, решая их, больной продемонстрировал, какими умственными операциями он пользуется. При этом выясняется, насколько они совершенны и полный ли их набор применяет больной.

Скажем, больному дают много картонных листков (обычно около семидесяти), на которых нарисованы самые разные предметы: домашние животные, дикие звери, люди разных профессий, инструменты, овощи, фрукты, деревья и т. п. Надо разложить их на группы, объединенные по какому-либо признаку, хотя бы так, как перечислено выше.

Или наоборот, из нескольких предметов, обычно из четырех, надо исключить лишний. Например, на карточке нарисованы градусник, весы, очки и часы. Что здесь лишнее? Разумеется, очки, так как остальные предметы — это измерительные приборы.

Но чтобы правильно ответить, надо уметь обобщать, найти какой-то принцип для объединения разных предметов. А больные с нарушениями мыслительного процесса по-разному решают эту задачу: одни группируют предметы по совершенно частному признаку, другие поднимаются до более широких обобщений. Третьи думают неровно: иногда достигают высокого уровня, иногда соскальзывают на низшую, примитивную ступень.

Вот как проходил опыт с одним из больных. Увидев много карточек, больной спрашивает: «Сосчитать надо, да?»

Исследователь объясняет, что надо положить схожие вместе. Больной смотрит, не понимая.

Тогда исследователь берет карточки с изображением слона и лопаты, спрашивает: «Их не положишь вместе?» Больной радостно кивает головой: «Понимаю, надо животное к животному».

Начинает раскладывать. Получаются такие группы:

1 — поросенок, лошадь («это животные»);
2 — кузнец, уборщица («люди»);
3 — фиалка, куст («цветы»);
4 — кошка, собака (молчит);
5 — шкаф, этажерка («это в комнате»).

Неразложенными остаются карточки с телегой, самолетом, жуком, лопатой, гусем, воробьем. Исследователь спрашивает, указывая на четвертую группу: «Как ее назвать?»

Больной: «Это животные».

Исследователь: «Что можно туда еще положить?»

Больной: «Не знаю».

Исследователь: «Положим туда гуся».

Больной: «Нет, нельзя, он плавает».

Исследователь: «Положим туда жука».

Больной: «Нет, нельзя, это насекомое».

Исследователь: «Тогда положим гуся и воробья вместе».

Больной: «Нет, нельзя — гусь плавает, а птичка летает».

Исследователь: «Но ведь гусь — птица?»

Больной: «Да».

Исследователь: «Ну так и положим их вместе».

Больной: «Нет, гусь плавает, а птица летает, и она живет в лесу».

Исследователь: «Ну, а медведя и лису можно положить вместе с кошкой и собакой?»

Больной: «Нет, нельзя. Кошка и собака живут дома, а медведь и лиса в лесу или зоопарке, я их там видел».

Исследователь: «Но ведь лиса и медведь тоже животные?»

Больной: «Да».

Исследователь: «Это все будет группа животных. Положим их вместе».

Больной: «Нет, они разные... Ну, давайте... — неуверенно. — Нет, это будет неправильно».

Исследователь: «Ну, а стол можно положить к этажерке и шкафу?»

Больной: «Можно».

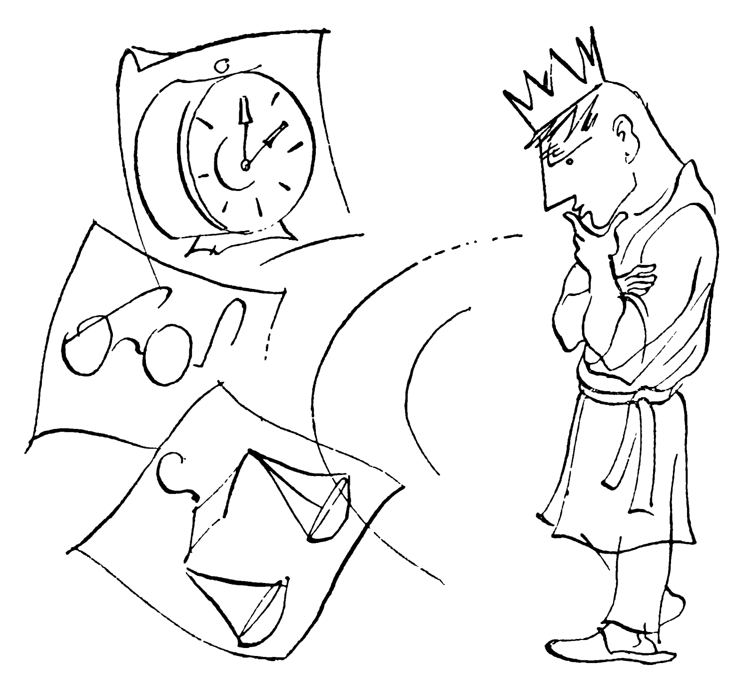
Исследователь: «Можно к телеге положить машину?»

Больной: «Нет, нельзя, они разные».

Исследователь: «Ведь на телеге едут и на машине едут?»

Больной: «Если привязать телегу веревкой к машине, она будет ее тянуть...» и т. д.

Тут явно снизился уровень обобщения — вместо общих признаков предметов на первое место выступают конкретные связи между ними. Такие больные обычно отказываются объединить вместе кошку с собакой, «потому что они враждуют», лису и жука, «потому что лиса живет в лесу, а жук летает». Они как бы утеряли способность мыслить понятиями, но какие-то более простые взаимоотношения предметов им ясны.



А вот как происходит то же исследование с другими больными. Один из них раскладывает карточки следующим образом.

1. Лыжник и свинья. Объясняет: «Это означает противоположность зимы и лета; зима — это мальчик на лыжах, а свинья — на зелени».

2. Карандаш и козел: «Обе картинки нарисованы карандашом».

3. Самолет и дерево: «Это небо и земля».

4. Кошка, стол и слива: «Кошка на столе и слива тоже на столе».

5. Тетрадь, диван, книга: «На диване можно заниматься».

6. Часы, велосипед: «Часы измеряют время, когда едут на велосипеде — тоже измеряется пространство».

7. Вилка, лопата, стол: «Это все твердые предметы; их нелегко сломать».

8. Кастрюля, шкаф: «Здесь есть отверстия».

На вопрос экспериментатора: «А можно по-другому разложить?» — больной отвечает утвердительно, разрушает прежние группы, складывает в одну группу куст, кастрюлю, козла, объясняя, что все они начинаются на букву «к».

Здесь тоже ход мышления неправильный, правда, происходит совсем другая ошибка: понятия сохраняются, но существуют сами по себе, не отражая конкретных свойств предметов. Мышление таких больных уж слишком абстрактно, оно превращается в какое-то пустословие, бессмыслицу.

Особенно наглядно это видно при другого рода испытаниях, когда больных просят объяснить пословицы. В этом случае нужно понять переносный смысл тех или иных выражений, что требует умения мыслить абстрактно.

Иногда исследование несколько изменяют. Больному дают листок, на котором написано несколько пословиц, и просят к каждой из них подобрать соответствующую фразу (они тоже даются). Часть этих фраз ничего общего по смыслу с пословицами не имеет, в них просто включены слова, упоминающиеся и в пословицах. Ну, например, берут такие пословицы:

Шила в мешке не утаишь.
Куй железо, пока горячо.
Не все то золото, что блестит.
С миру по нитке — голому рубашка.
Взявшись за гуж, не говори, что не дюж.

Какие из следующих фраз к какой пословице могут быть отнесены по смыслу:

Золото тяжелее железа.
Сапожник чинил шилом сапоги.
Не все то хорошо, что кажется нам хорошим.
Если уж поехал куда-нибудь, то возвращаться поздно.
Кузнец работал сегодня целый день.
Коллективными усилиями легко справиться с любыми трудностями.
Правду скрыть невозможно.
Не откладывай дела в долгий ящик.

Больные, которые не могли выделить общий признак, группируя предметы, как правило, оказываются неспособными понять и переносный смысл пословиц. «Куй железо, пока горячо», по их мнению, означает лишь только то, что «железо нельзя ковать, когда оно холодное». На вопрос: «А к врачам это выражение нельзя применить?» — удивляются: «Конечно, нельзя. Врач лечит, а не кует, он не кузнец».

А те, что оперировали слишком абстрактными понятиями, начинают усиленно резонерствовать. Пословицу «Не все то золото, что блестит» объясняют так: «Эта пословица отдельная, вернее сказать, она скоро изживет себя. Здесь происходит обесценивание золота как металла, это с точки зрения философской. Сущность не в золоте. Возможно, что другой металл, не столь полезный, как золото, блестит и приносит больше пользы человеку. Луч света, падая на стекло, блестит, это тоже может принести пользу... Ну, там всякие радиолучи... Ну, а в общем, не надо смотреть на человека и на его дела с чисто внешней стороны...»

Есть много других способов искать ошибки в ходе мышления.

Правильность построения суждений и умозаключений проверяют, например, таким любопытным образом. Называют отдельные слова и просят в ответ на каждое произнести первое пришедшее в голову слово. У здоровых людей это требование не вызывает никаких осложнений: они произносят ответные слова без задержки, через одну-две секунды после контрольных, и, главное, слова эти соответствуют по смыслу тем, что называет исследователь. Ну, скажем, стол — стул, ягода — малина и т. д.

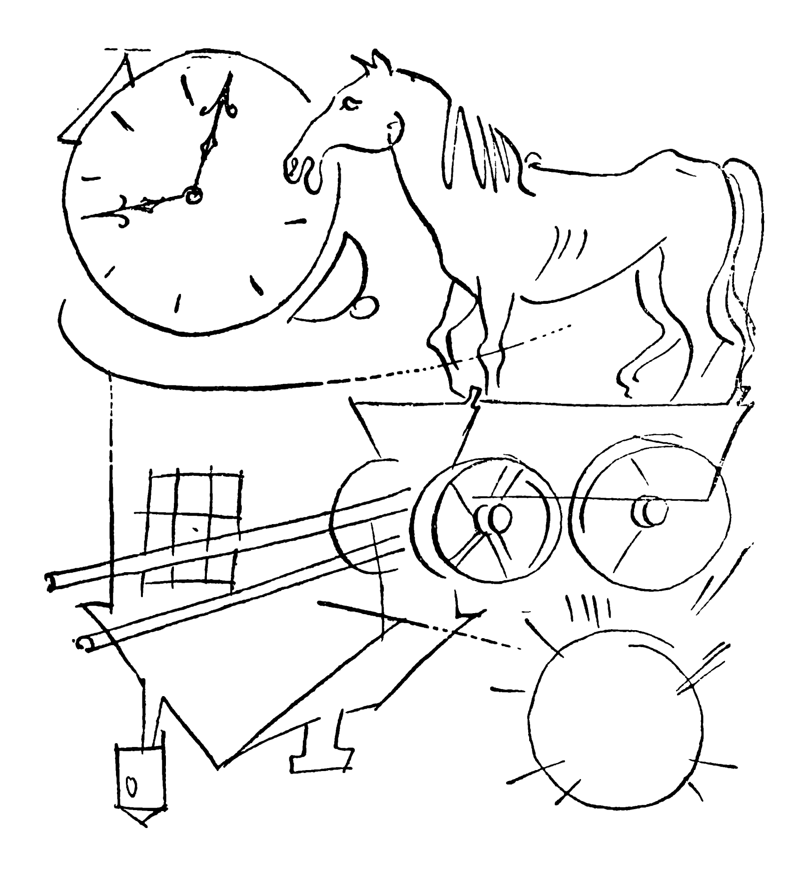
Больные же нередко не могут даже понять, что от них требуется («Стол есть стол, что же еще сказать?»). А когда разберутся, отвечают не сразу, да и ответы их очень примитивные (глубина — глубоко, падение — падать, бежать — быстро, хлеб — едят). Это говорит о бедности возникающих у них ассоциаций, необобщенности их.

Особенно показательно это при втором туре исследований, когда называют те же слова, а отвечать просят не тем словом, что раньше. Большинство больных просто не могут выполнить новое требование, повторяя с трудом придуманное ими в первый раз слово. Или же называют созвучные слова (топор — бор), никак не связанные по смыслу.

Конечно, и те и другие больные не смогут свободно и правильно рассуждать, им не хватает для этого запаса ассоциаций.

Когда же надо проследить, как развивается логика рассуждения, больному дают рассказ в картинках и просят по ним установить последовательность событий.

К примеру, на первой картинке изображена запряженная телега, нагруженная мешками. Рядом лежит соскочившее с оси колесо. Возчик стоит в растерянности. На второй — то же самое, только возчик идет к деревне. На третьей — идут возчик и мастер с инструментами, а телега и упавшее колесо видны вдали. Четвертая изображает починку. На последней починенная телега уезжает, мастер с инструментами смотрит ей вслед.



Казалось бы, все ясно? Но многие больные не могут уловить единого смысла тех событий, что изображены на картинках, хотя прекрасно понимают каждую. Они либо отвлекаются, никак не могут собрать мысли воедино. «Здесь сломалась телега, — говорят они, — а здесь чинят; тут человек гуляет, здесь едет телега». Или же, наоборот, их внимание с трудом удается переключить с одной картинки, они как бы вязнут в своих суждениях.

Если попытаться подвести итог разным ошибкам, то, окажется, что все их можно свести к нескольким

типовым. Это обычно нарушение основного мыслительного процесса — обобщения, в результате чего суждения человека либо не выходят за пределы частных, конкретных, либо отражают только случайные, несущественные отношения между предметами.

В первом случае как бы утеряна способность к высшей форме мышления: обобщенные понятия не синтезируются, человек мыслит сугубо конкретно. А во втором — он думает, так сказать, одними абстракциями. Поскольку они не опираются на конкретные свойства предметов, то носят крайне выхолощенный характер. Тут не просто утратилась способность к каким-то умственным действиям, но нарушился сам процесс обобщения, он протекает неправильно, потому и суждения таких больных бессодержательны, нереальны; недаром про них говорят: бредовые.

Это наиболее часто встречающиеся нарушения мышления. Но они не сводятся только к распаду понятий. Нарушается нередко и логический ход мыслей. Мышление становится «разорванным», непоследовательным. («Если я Наполеон, то не должен любить, если Александр Первый, то придворный врач мне не врач», — характерное высказывание такого больного.) «Создается впечатление, что понятия определенной категории собраны в горшок, — писал один известный психолог, — перетрясены — и затем выбрано первое попавшееся».

Больные с неправильной логикой легко «соскальзывают» с предмета разговора либо «вязнут» в собственных мыслях, никак не могут продолжить беседу, топчутся на месте, без конца повторяясь.

Все это очень напоминает недостатки детского ума. Казалось бы, то же неумение мыслить настоящими абстракциями, перенос центра тяжести на случайные, нехарактерные свойства вещей — отсюда бесконечные выдумки, немыслимые фантазии. А некоторая непоследовательность в мыслях, тяготение к нелогичным на первый взгляд суждениям?

Недаром кое-кто из психологов уверял, что при расстройстве мышления человек опускается на более низкий уровень, соответствующий детскому уму.

Создавалось впечатление, что мышление больных как бы движется в обратном направлении. Проходя стадию детства, оно возвращается к архаическому мышлению, характерному для первобытного человека.

Но это впечатление обманчиво. Дело не только в том, что этапы развития мышления у ребенка и формы его распада у взрослых больных не совпадают. Есть ряд нарушений в работе мозга — например, «разорванность» мышления или искажение обобщения, что служит основой бредовых представлений, которые не встречаются ни на каком этапе детства и ни у каких известных первобытных народов. Тут невозможна никакая аналогия.

Что же касается похожих особенностей мышления, то здесь сходство чисто внешнее.

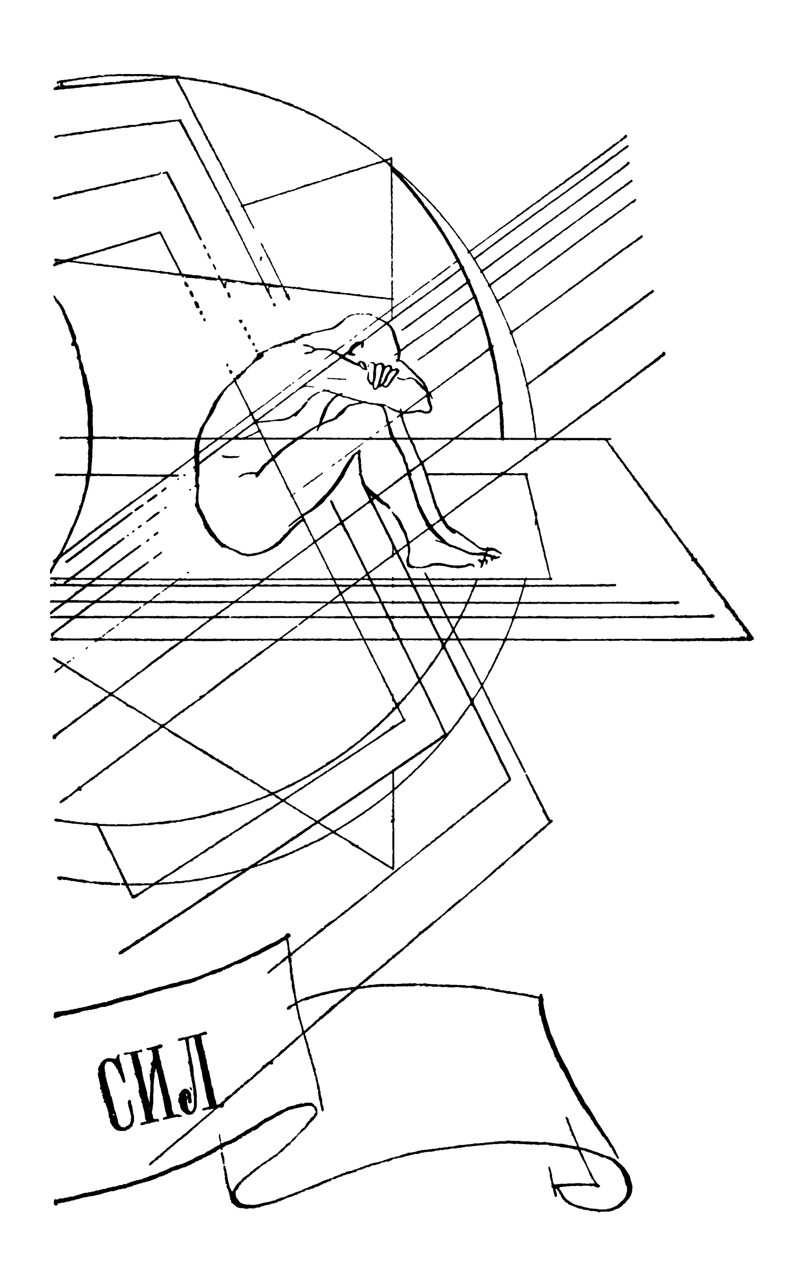
Действительно, образовавшиеся в уме ребенка связи не носят достаточно обобщенного характера, понятия еще толком не сформировались. Но сам по себе процесс образования понятий ребенку доступен, хотя и ограничен возрастом. Вырастая, ребенок учится думать не только конкретно, но и отвлеченно, понимать условность. Несмотря на маленькие знания и умения, в его мозгу непрерывно складываются новые понятия.

А больные с неправильно мыслящим мозгом, хотя и владеют остатками прежних обобщений, не в состоянии накопить новые. Их не удается научить умственным операциям, которыми они пользовались когда-то и которые теперь у них «выпали».

И в этом главное отличие неправильно работающего мозга от не умеющего еще думать по всем правилам: он не способен учиться. А ведь наш ум — это не наследство, доставшееся безо всяких усилий, а капитал, добытый каждым самостоятельно.

Ум человека тем богаче, чем больше он учится думать. Недаром слабоумных больных врачи всерьез называют «разорившимися богачами». И изучать пути, по которым утекало это богатство, очень важно — ведь это значит фактически найти рецепт того, как складывается умение думать.


ГЛАВА 5
ИГРА
УМСТВЕННЫХ


СИЛ

ИЗОБРЕТИТЕ, ПОЖАЛУЙСТА, ВЕЛОСИПЕД

Психологам явно не повезло. Другие ученые ставят себе опыты, экспериментируют. А психологи чуть ли не до начала нашего века вообще занимались только описаниями да наблюдениями: не так-то просто делать эксперименты над человеческой мыслью, тем более над творческой.

Наблюдать, впрочем, тоже нелегко. Что там: «невидимый» атом — тут невидимка настоящая, не условная. Вот почему среди исследований творческого процесса почти нет чисто наблюдательных работ. Французский психолог А. Бинэ — чуть ли не единственный, кто сумел, пользуясь своей близостью к семье художника Стика, проследить за работой его сына-живописца.

Тада Стик начал рисовать очень рано, с четырех лет. С восьми лет он занимался этим всерьез: рисовал животных, писал портреты, лепил. К пятнадцати годам он уже прославился как талантливый художник.

Бинэ начал свое исследование, когда Стику было девятнадцать и он был широко известен. Бинэ регулярно наблюдал за Стиком во время работы, беседовал с ним и даже проводил что-то вроде психологических испытаний.

Судя по наблюдениям Бинэ, Стик — скорее живописец света, чем цвета (до девяти лет он вообще не различал цвета). Он очень музыкален, играет на рояле и виолончели, поет и даже обладает некоторыми актерскими способностями. Бинэ относит Стика к образному, а не словесному типу мышления.

Он предлагал сыну и отцу (для сравнения) сказать в течение трех минут как можно больше слов. Отец произнес 70 слов, а сын только 50.

Задание — дать письменное описание ключа смутило Тада Стика, и он написал всего несколько самых обычных фраз. С трудом воспринимал молодой художник абстрактные истины, даже разницу между такими понятиями, как «лень» и «праздность», не мог уловить.

В то же время Стик работает очень вдумчиво, не полагаясь на порывы вдохновения. По его собственному признанию, рисуя картины, он все время размышляет, продумывая буквально каждый мазок кисти. Несмотря на медленные, словно обдумывающие движения, Стик пишет картины довольно быстро.

Из своих наблюдений Бинэ сделал вывод о раннем, хотя и несколько одностороннем развитии таланта художника, чему способствовала природная одаренность и благоприятная обстановка в семье. Жаль только, что это уникальное исследование мало помогло раскрыть секреты творческого мышления: ведь речь шла скорее о психологических особенностях художника, чем о своеобразии его мыслительной деятельности.

Не стоит обвинять в этом Бинэ — уж больно трудно влезть в чужую душу, да еще в то время, когда человек занят своими мыслями. Вот почему исследователи творческого мышления предпочитают анализировать уже отстоявшиеся мысли по архивам дневникам, письмам, автобиографиям ученых, поэтов, изобретателей.

Этот путь, как мы теперь знаем, бывает довольно успешным, хотя и неполным. Ведь приходится буквально по крохам улавливать движения творческой мысли. И пропуски, недомолвки тут неизбежны.

Психологам пришлось пойти на крайность — напрямик спросить творцов науки и искусства, как это им удается делать открытия. Особенно увлекались такими анкетами американские психологи. Они брали интервью у людей самых разных профессий, неодинаковых способностей, знаменитых ученых и рядовых

инженеров в надежде подобрать, наконец, ключ к творческому уму.

Высказываниям «удачников», тех, кому удалось поймать синюю птицу творческого счастья, психологи придавали большое значение. Беда только, что те и сами часто не знали, как они сделали открытие. Вы помните, сколько противоречивых мнений на этот счет было у писателей и актеров, инженеров и художников? Эйнштейн и Ферми, Достоевский и Тургенев не дали и не могли дать одинакового ответа. Ведь способов делать открытия много, а самоанализом занимаются очень немногие.

Никуда не денешься — пришлось прибегнуть к сравнительному способу. Стали изучать истоки творческого ума: как зарождаются и формируются человеческие мысли, как они складываются по правилам и вопреки им.

Это было уже чем-то вроде инструментального исследования. Своего рода микроскопом, увеличивающим, показывающим отдельные этапы мыслительной деятельности крупным планом, стала служить психология детей и животных. А отдельные нарушения — ошибки мысли, как в кривом зеркале отразившись в неправильно думающем механизме, прояснили схему работы мозга.

И все-таки без экспериментов психологам не удалось обойтись. Надо было стать не просто истолкователями случайно добытых фактов, а самим добывать эти факты в нужном количестве. Первые психологические опыты были незатейливы. Человека приглашали в комнату, сажали за стол и давали какое-нибудь несложное задание. (Самый первый эксперимент с человеком заключался в следующем: надо было расцепить проволочные лук и сердце. Никакого особого способа решения этой задачи не существовало. Важно было догадаться, что именно сделать.) Требовалось соблюдать только одно условие — подробнейшим образом описать все свои соображения и переживания от того момента, когда задача была поставлена, и до ее решения.

Иными словами, нужно было думать вслух, но ни

в коем случае не пытаться объяснять свои действия. Человек, подвергавшийся исследованию, должен был поставлять голые факты, а экспериментатор — искать им объяснение.

Рассказать о том, как вы думали, оказалось намного труднее, чем найти ответ на задание. Чтобы изложить ход десятисекундного мыслительного процесса, требовалось нередко минут десять.

Гораздо продуктивнее получались опыты, в которых предлагалось более творческое задание. Один психолог пригласил к себе в лабораторию поэтов и художников и попросил их написать стихи и нарисовать картины в лабораторных условиях — безо всякого вдохновенья и тому подобной лирики, чисто поделовому.

Материалом для творчества поэтов должна была послужить картина, на которой изображен горный ландшафт. А художникам предлагалось проиллюстрировать лирическое стихотворение. Время не ограничивалось.

Одновременно была приглашена группа людей, далеких и от поэзии и от живописи. Им было дано то же самое задание.

Любопытно, что справились с ним и те и другие. Конечно, неспециалисты затратили больше времени и результат их творчества оказался не такого высокого качества, как у профессионалов. Впрочем, рисунки нехудожников и стихи непоэтов оказались не так уж плохи — некоторые из них были потом опубликованы.

Самое же интересное, что все участники эксперимента прошли примерно одинаковые этапы: вдумывание, вчувствование; затем что-то вроде вынашивания замысла (сокращенного в силу экспериментальных условий) и собственно созидательный этап. Это ясно видно из протокола опыта с одним из поэтов (думать надо было, разумеется, вслух, и эти высказывания стенографировались).

«Первое, о чем я подумал, был натиск воды у основания картины (рассматривает пейзаж) и спокойные голубые вершины. Я ознакомился со значением картины сверху и снизу. Когда я детально исследовал

ее, дымка водопада оказалась более интересной, а маленькие вечнозеленые деревья напоминали рождественскую елку. Маленькие облака, которые проносились над вершиной, казались похожими на ускользающий предмет желаний. Вода напоминала вечное и неизменное движение в поисках чего-нибудь большего, чем она сама. Я мог бы



сказать, что художник был бы вне себя, он потерял бы свою личность в необъятности природы».

Прошло пять минут.

«Фигура человека, кажется, гармонирует с подавляющим величием природы. Он так мал, что нужно искать его, чтобы найти. Картина сочетает землю и волнение. Кажется, она убеждает в вечном достоинстве гор и в изменчивости воды, которая отражает настроения неба. Я назову ее поэмой в красках...

Прекрасно, посмотрим. (Пауза.)

1. К безбрежному морю струится река.

2. И вечностью дышат гранитные скалы. (Я был бы рад, если бы выключили радио.)

3. Я чувствую, что растворяюсь в веках.

4. Следя, как спокойно плывут облака... (Пауза.)

5. Над елью, что эту скалу увенчала» и т. д.

Всего творческий процесс создания стихотворения занял у автора что-то около двадцати минут, из них пять-шесть минут он потратил на обдумывание. Примерно таким же был этот срок и у других. Как видите, ничего сверхъестественного в творческом акте не оказалось, все его этапы были доступны исследованию.

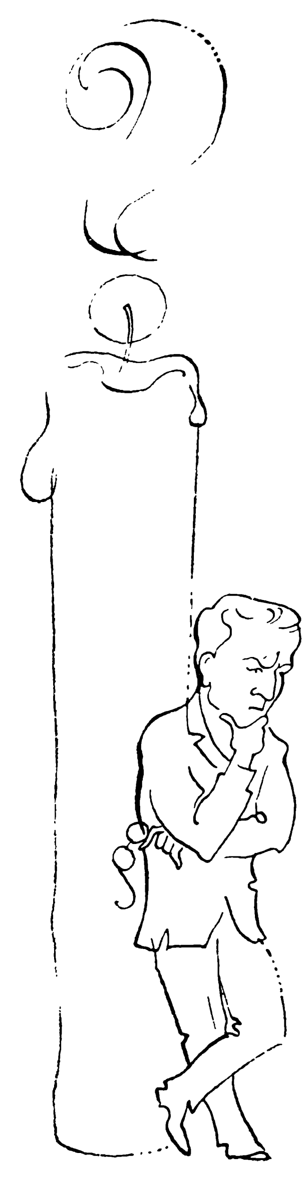
Аналогичные опыты провел наш соотечественник, только не с поэтами, а с будущими инженерами. Он использовал конструкторские задачи из журнала «Изобретатель». Например, такую.

В металлической пластинке три сквозных отверстия: квадратное со стороной в 30 миллиметров, круглое с радиусом в 15 миллиметров и, наконец, в виде равнобедренного треугольника с основанием и высотой в 30 миллиметров. Нужно сделать для всех трех отверстий одну металлическую пробку.

Или еще.

Как удвоить продолжительность работы ходиков без завода, причем в механизм часов никаких изменений не вносить, и путь, проходимый гирей, тоже должен остаться прежним.

Сначала такая задача производит несколько ошарашивающее впечатление. Как будто требуется совместить несовместимое или осуществить невозможное.



Но ведь творческое решение потому и называется творческим, что идет не по шаблонному, привычному руслу. Стоит немного подумать, и вот дорожка, по которой ум решающего задачу еще не ходил, начинает нащупываться.

Опыты показали: чтобы решить такие задачи, нужно выдвинуть своего рода гипотезу — примерный мысленный образ пробки или идею переконструирования циферблата. Вначале эта идея или образ бывают довольно неопределенны, но важно, чтобы они появились, так как в них ключ к решению. Дальше нужно лишь додумать конкретную конструкцию, мысленно перепробовав разные варианты.

Читатель, возможно, уж догадался, что пробка должна иметь несколько выступов — к каждому из заданных отверстий свой, в точности к нему подходящий. Равным образом, разбив циферблат на 24 деления вместо 12 и замедлив ход часов снижением веса гири, мы решим вторую задачу.

Отгадка проста после того, как до нее додумались!

Возникают идеи или гипотезы решения задачи в результате обычных умственных действий — сравнения, анализа. В их создании участвует и воображение, в какой-то мере

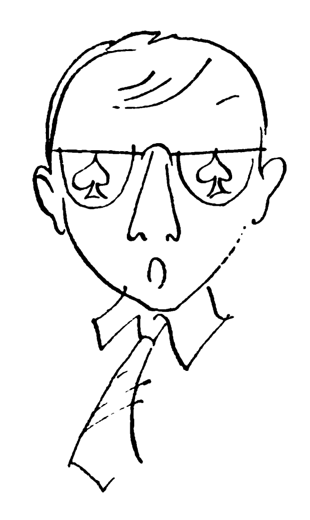
память. Глубина и оригинальность их зависят от уровня технических знаний, опыта студентов.

А сами идеи обычно сводятся либо к какой-то новой комбинации уже известных узлов или механизмов, либо к новому способу их использования. Конечно, это несколько упрощенная трактовка. Способов создания оригинальных гипотез очень много, и едва ли они поддаются точной классификации. Важна общая направленность — поиски нового сочетания старых деталей или необычное применение их.

Но все эти задачи были, так сказать, слишком творческими и потому вызывали сложные мыслительные действия, разобраться в которых было не так-то просто. Чтобы выявить ход мысли в чистом виде, взяли не настоящую техническую задачу, а придумали специальную, лабораторную. Она представляла собой как бы модель производственной задачи, хотя воспроизводила типичный случай решения технической проблемы — поиски неизвестной причины известного следствия, скажем, неожиданной остановки мотора.

Участниками опыта были студенты вузов. Им дали весы и предложили сделать так, чтобы около минуты они находились в равновесии, а потом равновесие должно было нарушиться без постороннего вмешательства, само собой. Около весов лежало несколько предметов: пробки, свеча, дощечки, коробка спичек и т. д. В опыте разрешалось использовать только их, ничего постороннего привлекать было нельзя. Решение заключалось в том, чтобы зажечь свечу и поставить на чашку весов. Сгорев, она нарушит равновесие. Собственно, это была задача на сообразительность.

Казалось бы, причинно-следственная связь между горением предмета и его весом хорошо известна еще со школы. Так что решить задачу для студентов не представит труда. Однако далеко не все сразу сообразили, что надо сделать. А многие решали задачу очень долго и порядком намучились, пока догадались, что требуется. Опыты нередко продолжались больше часа.



В чем же дело? Беда в том, что горение свечи имеет не одно, а несколько следствий. Свеча, сгорая, дает свет, тепло, плавится, коптит и т. д. Уменьшение веса — вовсе не главное свойство горящей свечи. Более существенно, что она светит. Это всем знакомо, известно, к этому мы привыкли. Чтобы решить задачу, надо проанализировать свойства свечки, кстати не только ее: ведь предметов несколько, и какой выбрать в качестве «нарушителя», тоже заранее неизвестно. Конечно, все эти пробки, дощечки и прочее отвлекали внимание от главного «персонажа» с его свойствами.

В основном анализ ситуации у разных студентов оказался схожим. Вначале все улавливают внешнюю связь между грузами и весами. Многие предлагают нарушить равновесие, подув на одну из чашек весов или помахав на нее книжкой. Затем начинается более углубленный этап: поиски какой-то внутренней связующей причины. Может быть, атмосферное давление или солнечные лучи способны повлиять на взвешиваемые предметы? Вот если бы можно было намочить пробку, тогда она, высыхая, стала бы легче... Но воды здесь нет. А что есть? Вот свечка... Может быть, ее зажечь?

Так или примерно так рассуждало большинство участвовавших в опытах студентов. Конечно, на деле раздумывание у многих продолжалось гораздо дольше. Важно, что их мысленный анализ прошел ряд этапов: от чисто внешнего сопоставления свойств предметов к пониманию более глубоких взаимоотношений между ними. В результате таких мысленных действий выявились скрытые качества анализируемых предметов, была найдена неизвестная причина. Ины-

ми словами, сделано пусть маленькое, рядовое, но открытие.

Что для этого понадобилось? Взглянуть на хорошо знакомый предмет с новой стороны. Горящая свеча не как осветительный снаряд, а как гиря с меняющимся весом! Именно горящая, что затрудняет поиски, но зато дает верный ответ.

Траекторию движения мысли здесь составляют последовательно появляющиеся в фокусе внимания все новые и новые связи и свойства предметов. Важно не пропустить тот решающий этап, когда мысленно выявляется единственно правильная в этом случае причина — уменьшение веса горящей свечи.

Не каждый ученый или инженер не во время опыта, а при серьезной работе может уловить решающее мгновение в ходе мысли. А ведь именно благодаря такому умению видеть неизвестное в известном и стали первооткрывателями многие выдающиеся изобретатели и ученые.

Тут, как видно, многое зависит от гибкости, поворотливости, пытливости ума. Американские психологи проиллюстрировали это следующим образом. Они показывали участникам опыта игральные карты, среди которых были красная шестерка пик и черная четверка червей. Каждый должен был говорить, что он видит.

Даже при очень кратком показе участники опыта узнавали большинство карт. Когда время предъявления каждой карты увеличили, они «узнали» всю колоду, в том числе и неправильно раскрашенные карты, воспринимая их как нормальные.

Тогда продолжительность сеанса еще увеличили. Теперь участники опыта стали осознавать какую-то аномалию, но не могли сказать, какую именно. В дальнейшем колебания все росли, пока, наконец, неправильная раскраска карт не дошла до сознания большинства.

Но примерно десятая часть участников так и не смогла понять разницу между обычными и аномальными картами, они просто не видели ее, хотя смотрели на каждую карту в сорок раз дольше, чем нужно

для осознания виденного. При этом их все же что-то беспокоило. Один, например, воскликнул:

«Я не могу узнать, что это за карта. Временами мне кажется, что это вообще не игральная карта. Я не знаю, какого она цвета, черви это или пики. Я теперь даже не уверен в том, как вообще выглядят пики...»

Так велика оказалась привычка видеть ожиданное, полнейшее неумение оторваться от принятых канонов, мыслить не шаблонно. Да, у человека со столь косным мышлением мало надежд сделать открытие или вообще создать что-либо творчески. Вряд ли домочадцы услышат его восторженный крик: «Эврика!» Архимедом ему не стать, это точно.

Так вернемся к архимедам и посмотрим, что еще удалось увидеть психологам в свой мысленный «микроскоп».

НУЖНЫ ЛИ ГОЛОВОЛОМКИ?

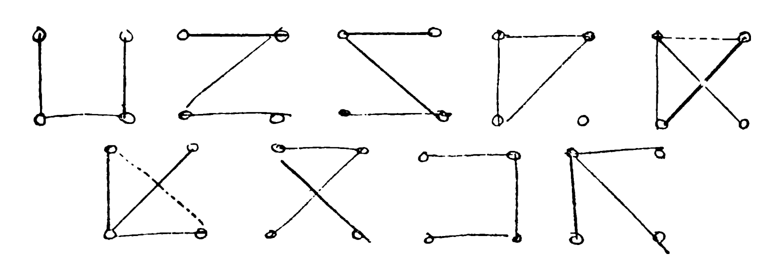
Вы любите головоломки? И конечно, не откажетесь решать их, если бы вас попросили это делать, так сказать, для пользы науки. Вот почему у психолога Якова Александровича Пономарева, который предлагал решать головоломки буквально всем встречным, не было нехватки в желающих. Принять участие в таких веселых опытах хотелось каждому. Тем более что тут не надо было ничего изобретать ни всерьез, ни понарошку. Отгадывай себе головоломки — и все. Работа несложная и даже занятная.

На деле все оказалось еще проще. Любителям веселого досуга предлагалось решить одну и ту же задачку, которая условно называлась: «Четыре точки». Через четыре точки (как бы вершины квадрата) надо было провести три прямые линии, не отрывая карандаша. Давалось на это десять минут.

«Да куда нам столько? — удивлялись участники опыта. — И двух минут хватит». И брались за карандаш и бумагу. Но проходили положенные десять

минут, потом еще десять, а они все продолжали чертить зигзаги в бесплодных попытках очередным росчерком найти решение.

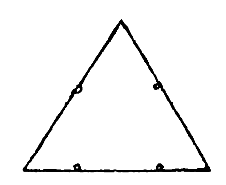
Вот как это выглядело:



И почему-то почти никто не догадался сразу, что надо просто вписать квадрат в треугольник, иными словами выйти за пределы заданной фигуры, а не мыкаться внутри нее. А ведь нельзя сказать, что решение уж очень сложно. Надо было лишь подойти к задаче творчески — догадаться, что условие не ограничено контурами квадрата. Самое удивительное, что такого рода ограничение участники опыта мысленно создали сами: никто ни слова не говорил им, что нельзя продолжить линии за пределы квадрата — сработала привычка мыслить по шаблону, только данными категориями.

Надо сказать, что столь распространенная косность мышления оказалась неожиданной и для ученых. 600 человек из побывавших в лаборатории Пономарева не смогли самостоятельно решить задачу о четырех точках, хотя старательно ломали над ней голову. Вырваться за пределы огороженного четырьмя точками участка оказалось для них непреодолимой трудностью — они упорно толклись внутри квадрата.

Сотни людей признали задачу нерешаемой, а решить ее было так легко. Может быть, сказывается отсутствие навыка? Пономарев стал готовить участников опыта заранее. Он объяснял им правила игры в хальму, где используется шахматная доска. По ходу игры участники будущего опыта должны были пере-



скочить на шахматной доске одним ходом белой фишки через три черных и снова вернуться на свое место. Иными словами, они как раз описывали треугольник около квадрата, вернее пресловутых четырех точек.

После этого прямо на шахматную доску накладывалась прозрачная калька с четырьмя точками, расположенными как раз на месте участвовавших в игре фишек. Оставалось повторить маршрут, по которому только что двигалась рука, но и на этот раз участники опыта продолжали ломать голову над уже фактически найденным решением.

Подсказка не помогла: участники опыта не видели никакой связи между шахматным этюдом и головоломкой о четырех точках.

Тогда психологи изменили тактику. Они давали студентам возможность вдоволь поломать голову над задачей, а потом предлагали поиграть в хальму. На этот раз подсказка попала в цель: примерно половина добровольных мучеников науки моментально решили головоломку. Остальным не помогла даже своевременная подсказка.

Любопытно, что большинство решивших задачу по подсказке даже не сознавало, откуда к ним пришло решение. Они уверяли, что догадались вдруг, случайно, как бы по наитию и т. п. Они так мысленно и не соединили свои ходы на шахматной доске и чертежи на бумаге. (Не так ли и ученые или изобретатели нередко не замечают подсказки, которую им подбрасывает жизнь?)

Другие, напротив, подошли к подсказке сознательно, сразу увидев нужную схему решения, подобно тем изобретателям, которым помог «случайный» взгляд на крышку кипящего чайника или падающее яблоко.

Психолога Пономарева чрезвычайно заинтересовали все перипетии решения злополучной задачи с четырьмя точками. Он, что называется, «заболел» этим на всю жизнь. Все усложнял и усложнял он свои опы-

ты, увеличивая количество точек, меняя время подсказок и форму эксперимента.

Теперь уже речь шла о шестнадцати, двадцати четырех или тридцати двух точках. Вместо карандаша и бумаги он соорудил доску со штырями, на которую можно было вешать специальные планки. Все варианты проб тщательно анализировались.

И они подтвердили неэффективность подсказок, выданных заранее. Подсказки же, данные после неудачных проб, безотказно действовали лишь на определенном этапе, когда интерес к поискам решения еще не утратился и вера в то, что задача будет решена, не угасла. Слишком ранняя подсказка тоже проскакивала впустую.

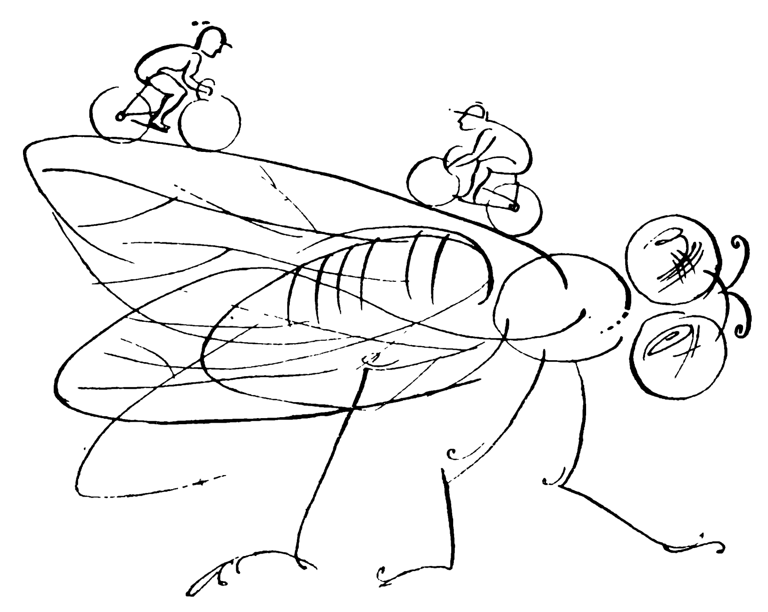
Выходит, надо было основательно поломать голову самому, чтобы сознательно или бессознательно оценить подсказку, — иными словами, суметь поймать случай, который вознаграждает тех, кто его заслуживает.

В итоге Пономарев написал целую книгу. Он так и назвал ее «Психология творческого мышления». И хоть она, по его собственному признанию, не исчерпывает всех проблем творчества, а посвящена лишь изучению того, как люди решают задачи-головоломки, значение книги гораздо шире.

Дело в том, что исследование наших мыслительных ходов при решении головоломок стало одним из основных способов изучения творческого мышления.

Почему психологи отдали в данном случае предпочтение не обычным задачам, а своего рода загадкам? Да прежде всего потому, что собственно мышление, как мы уже говорили, начинается там, где есть проблема, иначе говоря, такая ситуация, в которой не все известно, что-то не раскрыто, неопределенно, вызывает вопросы. Но если в обычной задаче ответ на возникшие вопросы надо искать чисто логическим путем, рассуждая и делая определенные выводы, то задачу-головоломку не решить простым доказательством.

Тут нужно не только проанализировать проблему, выяснить, что дано, что неизвестно, и найти искомое,



а прежде еще и распутать специально запутанные условия задачи. Ведь головоломка характерна как раз тем, что при формулировке задачи нарочно подчеркнуты несущественные для ее решения обстоятельства, тем самым важные стороны проблемы оказываются заслоненными, замаскированными и нередко направляют мысль по ложному пути.

Вот одна из таких задач — наиболее простая: из точки А в восточном направлении до точки В самолет долетел за 80 минут, а из точки В в западном направлении до точки А — за 1 час 20 минут. Почему?

Или еще, посложнее: два велосипедиста едут навстречу друг другу со скоростью 15 километров в час. Когда они находятся на расстоянии 30 километров друг от друга, с руля одного из них слетает муха и со скоростью 20 километров в час летит к встречному велосипедисту. Достигнув его, она поворачивает обратно к первому велосипедисту. Долетев до него, снова поворачивает назад и т. д. Сколько километров пролетит муха?

В первом случае уводящим в сторону условием служит указание на западное и восточное направление полета. Оно невольно заставляет думать о скорости вращения Земли, которое для решения задачи никакого значения не имеет. Важно здесь другое: догадаться, что 80 минут и 1 час 20 минут — одно и то же, а стало быть, и решать нечего. Самолет как от А до В, так и от В до А пролетает за одинаковое время.

В истории с мухой и велосипедистами тоже ответ дан в самих условиях задачи, только он замаскирован. Нет необходимости считать количество мушиных перелетов, как это хочется поначалу, они к делу не относятся. Ведь скорость мухи нам дана: 20 километров в час. А летать она будет ровно час. Так как расстояние между велосипедистами равно 30 километрам и пройдут они до встречи каждый по 15 километров со скоростью, как сказано, 15 километров в час. Иными словами, им понадобится один час, чтобы встретиться, а именно это время отведено мухе на перелеты. Стало быть, муха при своей скорости преодолеет за этот самый час 20 километров.

Опять-таки нужно было догадаться, что надо не считать количество перелетов, а, сопоставив известные скорости и расстояния, сообразить, какова длина мушиного пути.

Зачем прибегать к такой маскировке истинных условий? Как раз для того, чтобы вы имели возможность поломать голову. Составители головоломок заставляют вас не просто логически рассуждать, а разгадывать хитрости. Они втягивают вас в своеобразную игру мысли, провоцируя на обходные пути, на поиски нестандартных решений, короче: заставляют проявляться скрытые творческие силы ума, чтобы иметь возможность детально изучить их.

Вот почему головоломки очень близки к настоящим творческим задачам. Как в тех, так и в других существенные условия, ведущие к решению, как бы завуалированы второстепенными обстоятельствами. И надо суметь демаскировать главное, не направить мысль по ложному следу. Разумеется, в подлинных

творческих задачах никто нарочно не путал условий, их маскировала или недосказала сама жизнь.

Если в условиях задачи просто не хватает каких-то звеньев, деталей — их надо искать. Но бывает и так, что вроде все дано, а наблюдаемая ситуация остается какое-то время непонятной нам, пока вдруг не наступает прояснение и все становится на свои места. Задача понимания тут сводится не к открытию действительно неизвестного, а к открытию свойств предметов, так сказать, закрытых для нашего ума. Это и есть замечательная способность видеть вещи в новом свете, иметь нестандартный угол зрения, без чего невозможно никакое творчество.

Итак, успех решения обычной задачи — в строго последовательном, доказательном рассуждении. А головоломки — в разгадке ее. Чтобы понять, в чем состоит механизм самой догадки, и проводил Пономарев свои бесконечные опыты.

Он рассматривал задачу с четырьмя точками и тремя прямыми. А его последователи использовали другие варианты головоломок, скажем, такой: из шести спичек сложить четыре равносторонних треугольника, сторона которых должна быть равна длине спички. Провокация здесь заключается в том, что спички даны на плоскости, а решить задачу можно только, построив объемную фигуру. Надо опять-таки догадаться выйти в третье измерение.

Давайте рассмотрим подробнее, как приходит эта догадка, для чего познакомимся с протоколом одного из подобных опытов. Участница думает вслух:

«Вспоминаю различные геометрические фигуры, так как не сталкивалась с ними давно. В школе я любила геометрию, а сейчас никак не могу вспомнить подходящей фигуры. Нет, просто так выкладывать не могу, я должна сначала подумать, представить себе».

Пробует чертить, рассматривая зарисованные фигуры, замечает: «Все время одной линии не хватает».

Затем опять пробует, говоря: «Смотрю, что получится. На два треугольника идет пять спичек. Есть шесть спичек. Для четырех самостоятельных треугольников нужно двенадцать спичек, значит, надо строить

фигуру, так как в ней некоторые стороны будут общими. Можно легко построить из девяти спичек, тогда три общие. Но у нас шесть спичек, выходит, что каждая должна быть общей.

Если рассуждать чисто спекулятивно, то все стороны должны быть внутренними. Но ведь нет же такой фигуры, где все стороны были бы внутренними. Сторона — компонент фигуры. Линия ее ограничивает. Линия как-то связана с точками. Нет, это не расстояния между двумя точками, а след движущейся. Но это нам ничего не дает. Линия состоит из точек. Если взять круг, там все точки удалены от центра. А на линии? На линии все они находятся на одной поверхности. Нет, это нам ничего не дает, не то. Еще что-нибудь вспомнить. Линии, линии... Точки... Если пересечь две линии, то получим одну точку, но нам-то нужна не точка, нам нужна линия. А! Так линию можно получить при пересечении двух плоскостей. Ну да. Две плоскости, пересекаясь, образуют линию, понятно. Значит, в пространстве надо было строить, а я почему-то в плоскости пыталась».

Строит тетраэдр.

Создается впечатление, что мышление происходит так: сначала неудачные пробы, затем догадка («ага-решение», как ее называют), после чего как бы новый — правильный — этап мышления. В действительности догадка не вклинивается в ход мышления извне, хотя и наступает как будто неожиданно. Она совершенно необходимый этап и служит как раз для демаскировки истинных условий задачи — в данном случае для преодоления ложной предпосылки о том, что решение должно быть на плоскости.

Больше того, догадка и есть творческий момент в мышлении. И несколько упрощая, можно сказать, что творческое мышление — это именно решение задач-головоломок: движение мысли от условий к требованиям и от вновь открывшихся требований к новым условиям. Ведь решить головоломку значит распутать клубок причин и следствий.

Если речь идет о разгадке обычных головоломок, то это просто игра умственных сил, тренировка мозга

в применении правил думания, своего рода умственная гимнастика. Если же о решении подлинно творческих, важных задач, тогда мы вправе говорить об исследовательском мышлении, проникающем в неизведанное, обнаруживающем скрытые свойства вещей. Так что если хотите стать первооткрывателями, тренируйтесь, ломайте голову над забавными задачками.

ПО РЕЦЕПТАМ АРХИМЕДА

Это было в Краковском университете, в Польше. Студентов разных факультетов — биологов, историков, математиков, филологов — собрали вместе в большой аудитории. На кафедру поднялся один из преподавателей и сказал:

«В жизни мы часто встречаемся со многими явлениями, причин которых не знаем и не задумываемся над этим. Поэтому нередко мы не можем объяснить даже простых явлений. Сейчас я укажу вам на такое явление, а вы должны будете объяснить его. Решая задачу, вы должны записывать все варианты решений, независимо от того, правильны они или нет. Приготовьте, пожалуйста, ручки или карандаши. Нужно объяснить следующий факт. Каждый из вас, отправляя письмо, наверное, замечал, что почтовая марка, будучи смоченной, свертывается. Нужно ответить на два вопроса:

1) В какую сторону свертывается марка? 2) Почему она свертывается? Писать начинайте сейчас же. Переговариваться и советоваться не разрешается».

Так начался еще один психологический эксперимент, цель которого тоже исследовать, как при поисках неизвестной причины известного следствия возникает «ага-решение».

Очень немногие студенты нашли ответ на задачу сразу. Большинству потребовалось сделать несколько мысленных проб, прежде чем они сообразили, в чем здесь дело. Любопытно, что студенты естественных

факультетов решали задачу после двух-трех проб, а гуманитарных — после четырех, а то и пяти.

Не знаем, как читатели решают эту задачу (ведь, наверное, вам тоже захотелось найти правильный ответ?), но участники эксперимента размышляли следующим образом.

«Весь этот процесс свертывания вызывается, наверное, смоченной бумагой; ведь если несмоченная бумага не свертывается, а смоченная свертывается, — это значит, что это вызывается смачиванием. Влага вызывает свертывание».

«Бумага очень тонка и может свертываться, свертывается же она под влиянием клея. Одна бумага, без клея, не свертывается. Клей обладает свойством свертывать бумагу».

«Смачивание марки слюной вызывает химическую реакцию, так как в слюне содержится фермент птиалин, действующий на клей. Только я не знаю, на основании какого закона это вызывает свертывание. Это, конечно, нехорошо, но я по химии всегда была очень слабая».

«Трудно сразу сказать, почему марка свертывается. Несомненно, тут действует какая-то закономерность, ведь каждое явление подчиняется какой-то закономерности. И это явление, несомненно, как-то связано с физикой. Но какой закон действует здесь?»

«Это происходит потому, что раньше слой клея удерживал марку в состоянии напряжения, в одной плоскости, и марка была жесткой; теперь же клей размокает, не держится, и марка должна свернуться».

«Вода растягивает марку, так как она не удерживается в одинаковом количестве на всей поверхности и, стекая по краям, отягощает их и тянет вниз. Средняя же часть марки, с которой стекла вода, не нагружена и поэтому поднимается вверх — марка свертывается».

«Я вспомнил о том, что, когда гладил воротничок, он тоже свернулся. Это вызвала теплота. Когда смачиваем почтовую марку... Сейчас... Что же здесь теплое?.. Ну да, ведь слюна теплая, и это она вызывает свертывание марки».

«Смоченный клей разбухает, и слой клея становится больше слоя бумаги. Своим расширением он заставляет свернуться всю марку».

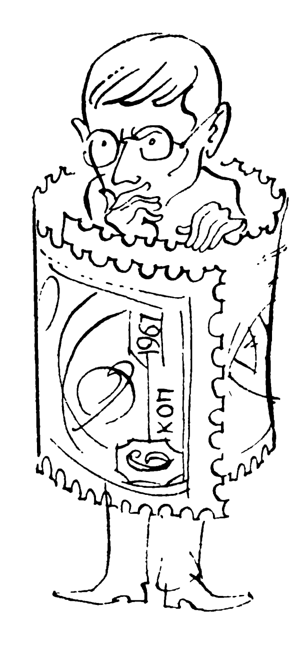
Видите, сколько разных ответов дали студенты на простой вопрос. Одни видели причину свертывания марки в свойствах клея, другие — в химическом законе, не всегда известном им, третьи — в смачивании бумаги, четвертые — в ее жесткости. Кто называл причиной вес смачивающей жидкости, а кто — нагревание бумаги. Из них только последний ответ правильный — марка свертывается потому, что клей размокает и увеличивается в объеме.

Если вы, читатель, тоже доискались в конце концов до настоящей причины свертывания марки, то интересно, каким был ход вашей мысли? Или вы, возможно пришли к ответу, не совпадающему с теми, что перечислены выше, тогда ваш поиск тоже заслуживает внимания. Ведь тут анализируется сама работа мысли.

Но почему столько вариантов ответов? Видимо, потому, что исходная позиция для начала мышления у разных людей различная. Все ищут одну причину, но анализ условий задачи происходит по-разному. Вернее, каждый человек мысленно выделяет какое-то иное звено из условий задачи, отводя ему роль причины. Зависит это и от прошлого опыта (вспомнил же кто-то из студентов, как он гладил воротничок и тот тоже свернулся). И от знаний (недаром студенты естественных факультетов быстрее нашли правильный ответ, чем далекие от физики и химии гуманитарии). И от умения думать вообще (помните, один из студентов ссылался на закономерность, хотя и не знал на какую, а другой просто назвал первую пришедшую в голову конкретную причину).

Важно, что никто не перебирал всех возможных причин, чтобы выбрать нужную. Все думали направленно. В зависимости от индивидуальных особенностей ума студенты обращали внимание на какой-то один факт и строили свой мысленный анализ на его основе. Если этот ход оказывался ложным, предпринималась новая попытка установить причину. Но сле-

дующий этап мыслительной работы начинался не с нуля, а служил продолжением, развитием первого, так что весь ход размышлений представлял собой как бы цепочку.



Правильность такого заключения вы можете проверить, и рассмотрев ваш способ решения задачи. Особенно ясно этот принцип виден, когда поиск решения состоял из многих мысленных проб, как вот такой, например.

«Кажется простым, а дело совсем не так уж просто. Может быть, это просто свойство бумаги свертываться. Но ведь сама бумага не свертывается, хотя иногда лежащий на столе кусок бумаги немного свертывается (первая проба). Но мы смачиваем клей, а не бумагу, значит, дело не в бумаге, а в клее. Сейчас клей сухой, он жесткий, когда сухой. Ну да, это он придает жесткость бумаге, а когда клей намокнет, он теряет жесткость, и марка свертывается. Значит, я был прав, утверждая, что бумага свертывается, но только жесткий клей удерживает ее прямо. Когда он после смачивания теряет жесткость, то марка свертывается».

Студент, видимо, считает, что его вторая мысленная проба была удачной и ответ правильным. Но вопрос преподавателя: «Вы считаете ваше решение вполне удовлетворительным?» — вызывает у него какие-то сомнения. Он продолжает рассуждать:

«Сейчас, когда клей теряет жесткость, бумага свертывается. Бумага сама не свертывается. Я уже говорил, что только иногда. Это значит, что тогда тоже что-то вызывает свертывание» (третья проба).

«Смачиваем марку, в клей попадает вода, растворяет клей, он разливается, нажимает на бумагу — вес

воды нажимает на бумагу, наступает изгиб, и марка свертывается» (четвертая). «Нет, тоже нет, ведь когда марка лежит на окошке в почтовом отделении и мы смачиваем ее водой, то она тоже свертывается, а ведь ей опускаться некуда, наоборот, она «надувается» хребтом вверх. А вот листок на столе лежал обратной стороной. Здесь что-то не так. Я должен еще раз вернуться к клею» (пятая попытка).

«Мы смачиваем его водой, он растворяется... Ага, его становится больше, он набухает; я вспомнил, что я говорил о набухании. Клей состоит из кусочков, то есть я хотел сказать — из частиц; они расширяются, как бы расталкивая друг друга. И это выгибает марку, так как теперь клея стало больше, весь этот слой расширился, а бумага осталась без изменения, следовательно, в ее направлении происходит свертывание рисунком внутрь. Так, это, несомненно, так. Это бумага ввела меня в заблуждение».

Все шесть мысленных проб как бы вырастают друг из друга. С каждой новой мысленной пробой решающий задачу видит ее с новой стороны. В ход мышления включаются различные элементы прошлого опыта, иногда они начинают мешать дальнейшему анализу, направляя его по ложному пути, иногда помогают сравнивать, проверять найденные связи, иногда приводят к новым мысленным пробам. Но всегда они тянутся цепочкой. Так что и «ага-решение», найденное как будто внезапно, на деле всего лишь одна из форм обычного решения. Просто переход от одной пробы к другой может быть постепенным, последовательным или внезапным. Внезапность достигается переменой направления анализа, а не означает, что решение неожиданно вклинилось со стороны.

В последнем случае «инсайт» наступил в шестой пробе, но он был подготовлен всеми пятью предыдущими. Уже на четвертом этапе мысленного действия в центре внимания оказался растворяющийся клей. Но тогда на первый план выступила второстепенная причина — давление разлившейся воды на бумагу. Когда отпала возможность такого объяснения, разливающаяся вода перестает маскировать клей, кото-

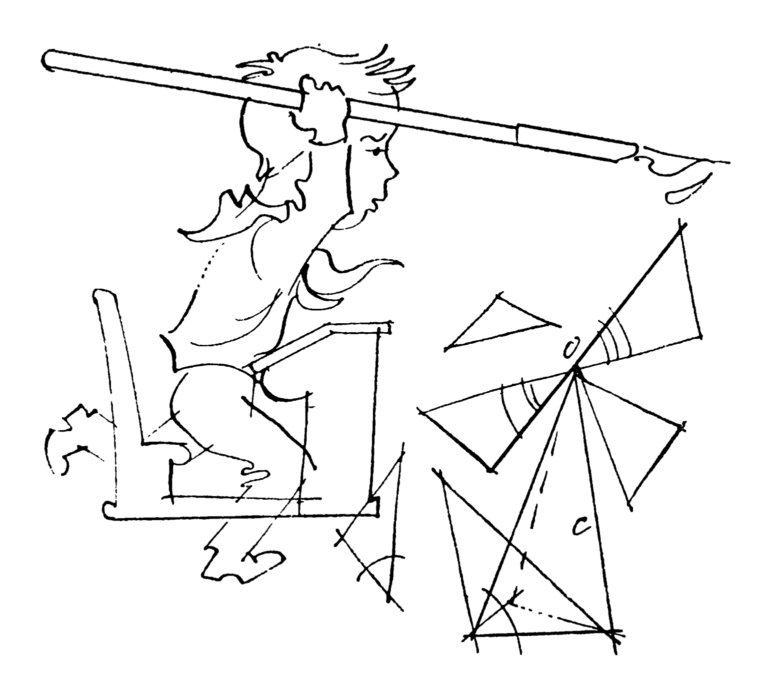
рый опять оказывается главным объектом мысленного анализа.

Теперь анализ опирается на ранее высказанную, но заслоненную другими мысль о том, что клей растворяется. Так приходит правильное решение. Для решающего задачу оно наступает неожиданно. Ведь он анализировал не свои действия, а условия задачи, почему мог и не осознать, что еще раньше у него появлялась эта мысль, но он не довел ее до конца. Зато стороннему внимательному наблюдателю ясно, что «внезапное» решение назревало давно.

И может быть, с момента первого правильного проблеска мысли в четвертой пробе подспудно шла работа ума в нужном направлении. Во всяком случае, многие ученые, анализировавшие впоследствии ход своих мыслей, приведших к какому-либо открытию, подчеркивали, что на определенном этапе обязательно происходит неосознаваемая работа мозга.

«Роль бессознательной работы в математических открытиях кажется мне неоспоримой, — говорил известный математик Пуанкаре. — Часто, когда человек работает над каким-нибудь трудным вопросом, он в первое время, принявшись за работу, не достигает ничего. Потом он отдыхает и снова садится за стол. В течение первого получаса он еще ничего не находит, но потом решающая идея сразу приходит ему в голову. Мы могли бы сказать, что сознательная работа оказалась более плодотворной потому, что она была прервана и отдых восстановил силу и свежесть ума. Но более вероятно, что отдых был заполнен бессознательной работой... Она невозможна или в некоторых случаях неплодотворна, если ей не предшествовал и за ней не следовал период сознательной работы...»

Начиная чуть ли не с Архимеда (а это одно из первых научных открытий, о котором мы имеем «психологический отчет»), все ученые подтверждают, что плодотворная мысль прежде, чем родиться, какое-то время вызревает, вынашивается без видимой работы ума. Вероятно, потому она и кажется многим неожиданной, внезапной.

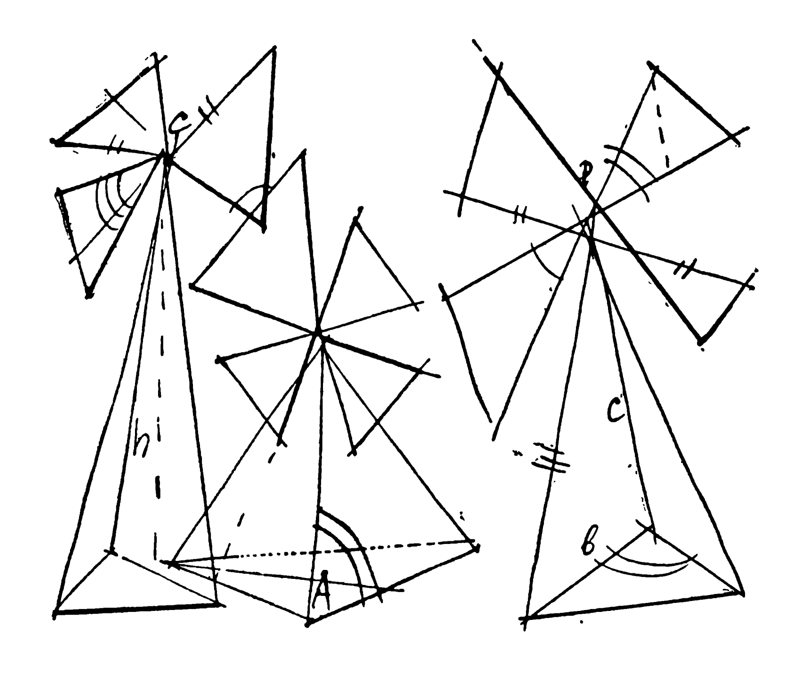


Итак, психологи подобрались уже к святая святых творчества — мыслительной догадке, внезапному «озарению» — и доказали, что она наступает вовсе не внезапно, а подготовлена всем ходом мыслительной работы.

У этой проблемы есть и другая сторона. Ведь кто-то все-таки догадывается, а кто-то так и остается при «пиковом интересе». Всегда ли это зависит только от обстоятельств или тут имеют значение и определенные качества ума?

Конечно, опыт с маркой, интересный сам по себе, не в состоянии дать ответ на этот вопрос. Тут нужны многие и многие исследования специального характера. Эксперименты, которые проводят в этом направлении многие психологи, примыкают к теоретическим исследованиям свойств интеллекта.

В одной из ленинградских школ поставили такой опыт.



Школьникам девятого класса дали задачу по геометрии (диагонали трапеции делят ее на четыре треугольника, надо доказать, что треугольники, прилежащие к боковым сторонам, равновелики) и попросили их рассуждать вслух.

Математические задачи — своего рода упражнения, развивающие ум. Решая их, мы учимся мыслить рационально. Поэтому для психологического эксперимента и выбрали задачу по математике: так удобнее было проверить, кто как думает.

Сравнивая магнитофонную запись рассуждений школьников, психологи ясно увидели, что одним математика пошла на пользу — они научились думать экономно, концентрированно, а мысли других растянуты, изобилуют ошибками, часто заходят в тупик. Судите сами. Борис М. думает так:

Читает условия задачи. Спрашивает: «Начертить ее?» Чертит трапецию. Повторяет: «Доказать, что

треугольники, прилежащие к боковым сторонам, равновелики. Что означает «треугольники равновелики»? Это значит, что равны их площади. Так. А площадь треугольника равна половине произведения основания на высоту. Значит, нужно доказать, что равны их основания и высоты.

Если бы трапеция была равнобедренная... А диагонали, что в точке пересечения дают? Я забыл уже, это было в прошлом году... Не знаю.

Надо провести высоту у этих треугольников. А как провести? Я не знаю... Угол... Надо показать, что треугольник АВС равновелик треугольнику ВСД. У них одинаковое основание, так... и высоты равны. Ну, и вот все. Из равновеликих треугольников вычтем треугольник ВОС, который входит в каждый из них».

А вот как размышлял Геннадий Л.

Читает условие задачи вслух. «Трапеция какая? Равнобедренная?» Чертит чертеж, обозначает его. Вновь читает условие задачи (медленно). «Что дано, не писать?» Пишет, что дано по условию задачи. «Равновелик по площади то есть?... Мы здесь имеем по равному углу, так как вертикальные углы (показывает их). Дальше, что мы еще имеем? Так, здесь параллельные прямые. Доказать равенство углов и... Нет, это не годится. Тогда мы другое возьмем. Так... Ну, правильно... Не умею думать вслух.

По равенству углов не докажешь. Доказать равенство каких-нибудь углов, потом...

Может быть, здесь разбить на треугольники, а потом доказывать? Нет, так не выйдет. Основание какое у них будет? — Встал на стул коленями, шумно двигает стулом, грызет карандаш. — Ну, может быть, так можно: от площади трапеции отнимать сумму площадей треугольников ВОС и АОД, получится сумма площадей треугольников АВО и ОСД. Вот что у нас получится. Теперь дальше... Что же будет дальше?

Вот как можно. Возьмем фигуру АВОСД. Когда мы из нее вычтем ВАО и АОД, у нас останется ОСД. Нет, не то. Как же доказать?

Ну, возьмем треугольники ВСД и ВАС: что же тогда получится? — Пишет. — Но это ничего не дает...

Может, можно взять эти? — Показывает треугольники АВС и ВСД. — Если мы докажем, что они равновелики, то все. Но как доказать?.. И тут основание и тут основание...

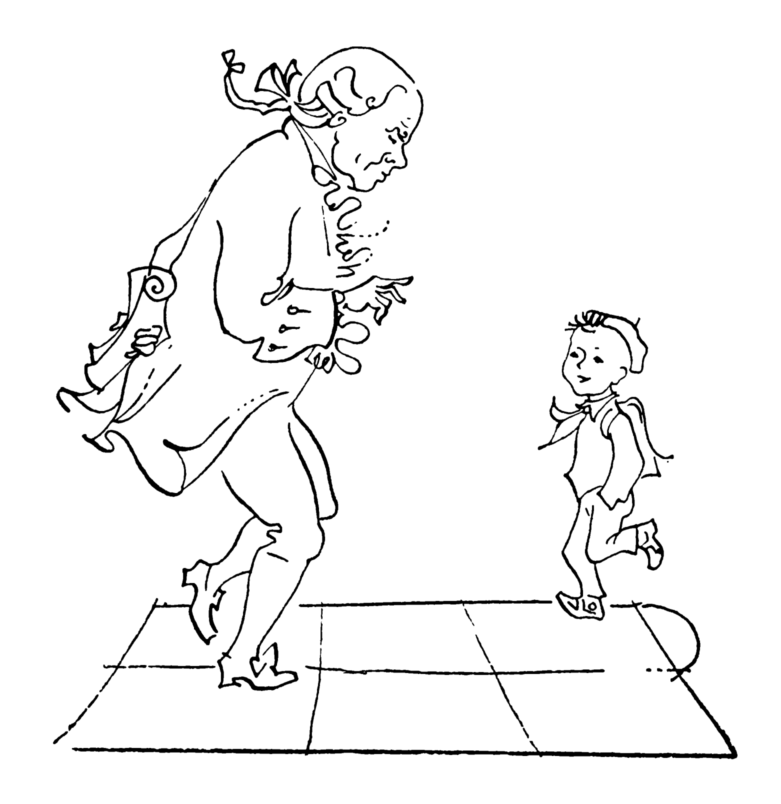
Ничего. А если взять треугольники АВД и АСД? У них одна общая сторона и равные высоты. Ну и все. Они включают общий треугольник АОД. Если мы его вычтем, то останутся равновеликие искомые треугольники».

Видите, сколько лишних этапов прошла мысль Геннадия, причем большинство из них даже косвенно не работали на решение, а были просто ошибочными. Ученые подсчитали, что у школьников, мыслящих нерационально, подобно Геннадию, ошибочные мысленные действия составляли чуть ли не половину. У школьников же типа Бориса — всего десятую часть. А сами действия у первых были скорее практическими (работа с чертежом), чем теоретическими, как у вторых.

Эти последние думают очень четко. Они начинают с того, что сразу и правильно определяют предмет рассуждения. Анализируя, они выделяют существенные элементы задачи и затем подводят ее под определенную категорию, то есть решают как типовую. Решение протекает у них не хаотично, а по строгому плану, предусматривающему последовательность мысленных действий. Все это вместе взятое и определяет успех.

Как видите, не из каждого старательного Петьки получается Ломоносов. Все зависит от того, что школьник развивал: память или умение думать.

Но почему одни овладели рациональным способом думать, а другие нет? Психологи продолжили и углубили свои опыты. Уже известный нам по исследованию головоломок психолог Яков Александрович Пономарев стал наблюдать на этот раз за младшими школьниками. Он поставил своей целью определить, когда и как дети начинают действовать в уме. Ведь эта способность — ключ дальнейшего развития их интеллекта и человеческого разума вообще. Именно благодаря умению производить какие-то действия в мыс-



ленном теоретическом плане самый плохой архитектор, по словам Маркса, и отличается от наилучшей пчелы.

Что лежит в основе этого свойства ума? Способность мысленно вырабатывать план внутренних действий.

Массу действий мы совершаем только на уровне внешнего плана. При этом не вполне осмысленно. Руководствуемся не замыслом решения, а непосредственной ситуацией. Получается не целенаправленное действие, а случайные поиски решения.

Особенно ярко необходимость внутреннего плана действий выступает в таком опыте. Первокласснику дают дощечку, в которую забито десять гвоздей.

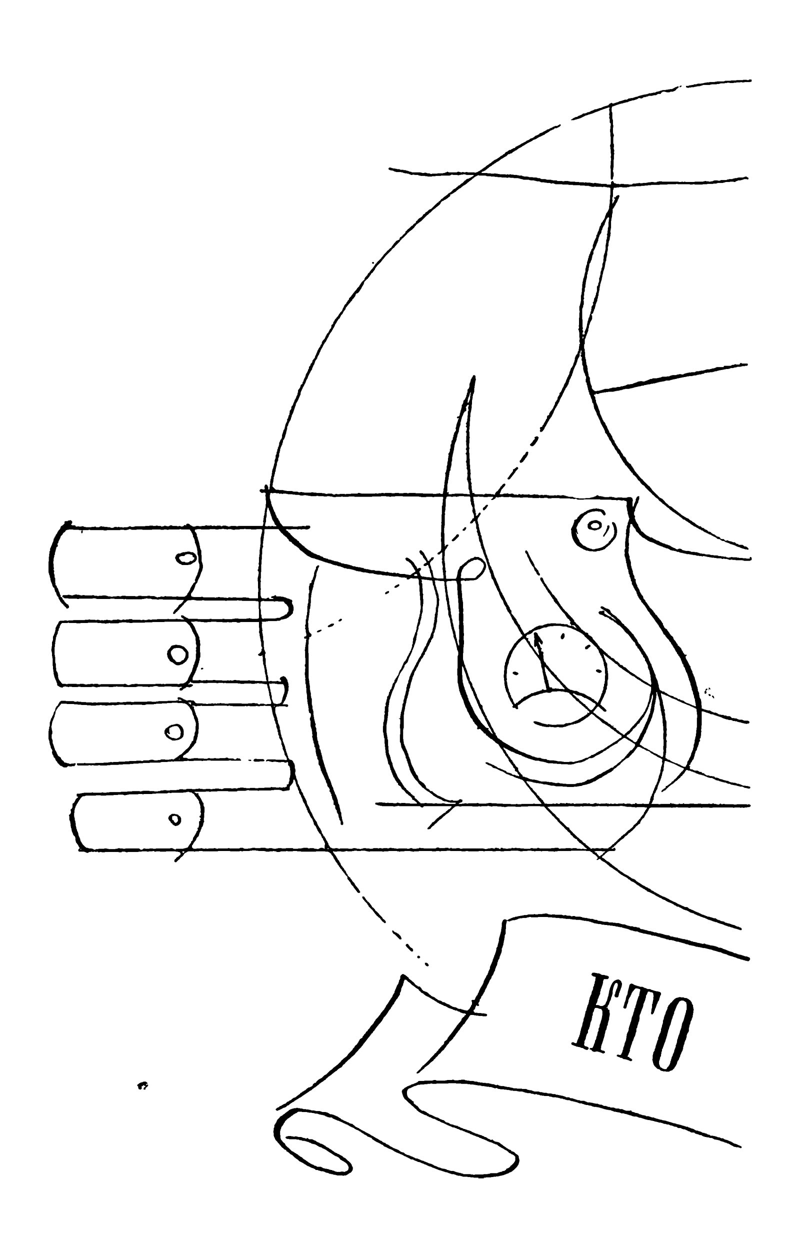
Гвозди обтянуты веревочкой. Так, что получается рисунок, похожий на открытый конверт. Ученик должен снять веревочку, а затем вновь надеть ее точно таким же образом. Выяснилось, что не всем первоклассникам удается выполнить это требование. Причем самостоятельно совершить мысленный переход от первого действия ко второму они не могут. Ведь надо не просто запомнить последовательность операций, а усвоить принцип действия. А это можно сделать только с помощью внутреннего плана действий.

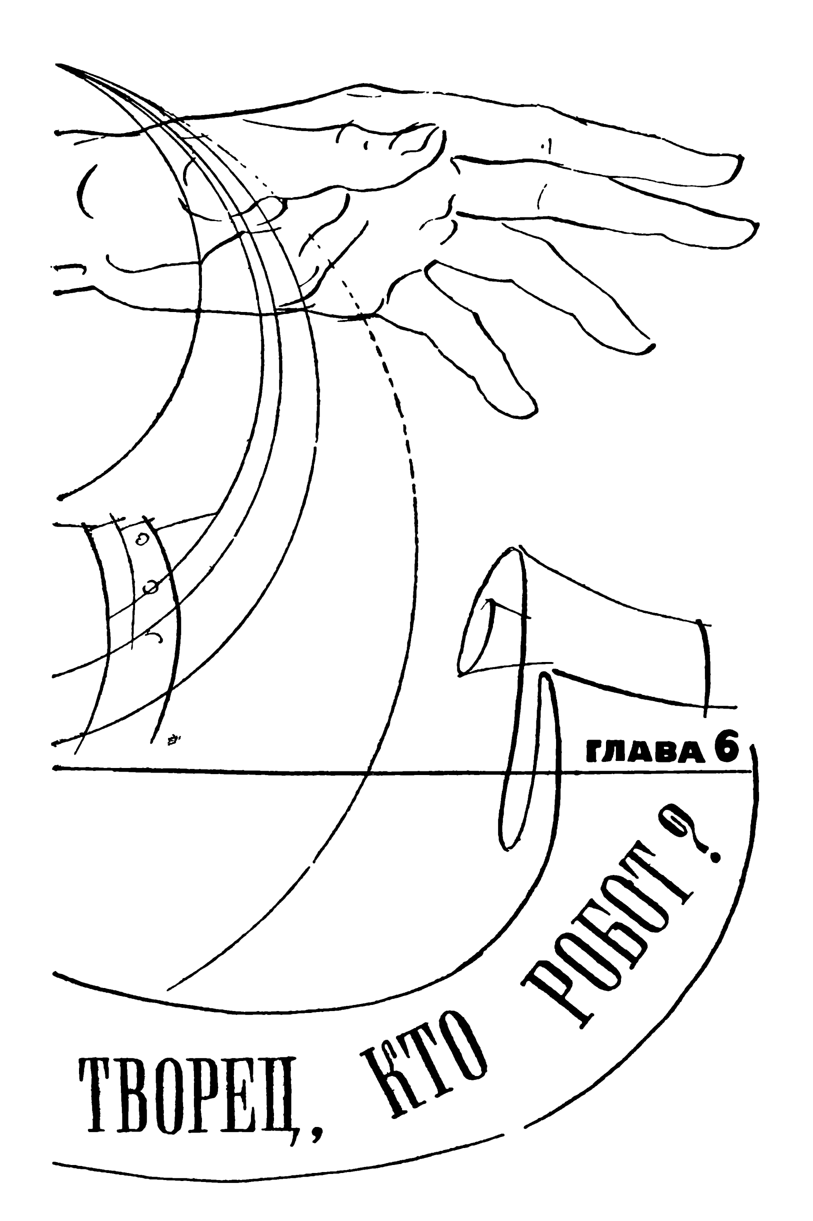
Дальнейшие опыты (надо было мысленно научиться играть в «классики») показали, что дети одного возраста совершенно по-разному решают такие задачи. Действия одних определяются лишь внешней ситуацией, зато другие думают по заранее намеченному плану, подобно вполне умственно сформировавшимся взрослым.

Более 800 опытов провел .Пономарев, обследуя младших школьников разных школ и проводя разведку, как он сам говорит, среди дошкольников и старшеклассников. В итоге у него получилась полная картина последовательного развития внутреннего плана действий за годы учебы.

Шкала умственного развития оказалась очень пестрой. Самое любопытное, что теоретические свойства ума только в небольшой степени оказались зависящими от возраста. Даже среди старших школьников были ученики с еще не развитой способностью составлять внутренний план действий. И наоборот, встречались первоклассники, умеющие мыслить направленно, рационально.

Это дало возможность Пономареву лучше объяснить свои прежние опыты с четырьмя точками. Описать треугольник около квадрата не удавалось до тех пор, пока не складывался внутренний план мысленных действий. Все предыдущие пробы оказывались неудачными потому, что задача решалась ненаправленно, нерационально — короче, не творчески.


КТО


ГЛАВА 6
ТВОРЕЦ, КТО РОБОТ?

ЕДИНИЦА МЫСЛИ

Конечно, астроном Маскелин, работавший в Гринвичской обсерватории, несколько поторопился, когда решил уволить своего помощника. Нам осталось неизвестным ни его имя, ни содержание произошедшего между ними разговора. Сохранились сведения лишь о причине недовольства. Астроном обнаружил, что помощник неправильно определял время прохождения звезд. Во всяком случае, у него получалось иное время, чем у самого Маскелина.

Только через двадцать лет стало известно, что помощник невиновен.

Об этом вспомнили психологи, когда взялись исследовать мышление с помощью теории информации. Эта математическая дисциплина изучает процессы передачи информации по самым различным системам связи. К ним могут быть отнесены не только технические устройства вроде телефона, телеграфа или радио, но и «живой телеграф» — сообщения, которые передаются по нервам в мозг. Ведь слушаем мы симфонию Чайковского или крик петуха, восхищаемся мастерством Родена или смотрим на морские волны, ощущаем солнечное тепло или прикосновение холодного ветра, чувствуем голод или боль — все эти столь различные сообщения, приходящие из внешнего мира, поступают в мозг в форме нервных сигналов.

В ответ в мозгу тоже возникают сигналы — их во много раз больше, — ведь надо осознать смысл поступивших раздражений.

Этот необъятный круговорот сигналов и есть наше сознание и мышление.

Какова же «пропускная способность» мозга? Разные «каналы связи» организма обладают разной пропускной способностью. Чтобы было нагляднее, вспомните, что телевизор, который стоит у вас в комнате, пропускает в секунду миллион единиц информации. И примерно столько же сообщений способны передать в мозг наши глаза. Вычислительные машины переваривают сведений в тысячу раз меньше, как и второй наш «канал связи» с внешним миром — осязание.

Радио и телефон еще в тысячу раз менее мощны. Им по «техническим данным» соответствуют наши органы слуха. А непосредственно в мозгу за одно и то же время перерабатывается вполовину меньше сообщений, чем в телеграфном аппарате, который усваивает сто единиц информации в секунду.

Чрезвычайно любопытная деталь о минимуме доходящей до мозга информации из всего громадного количества, полученного органами чувств, не сразу привлекла внимание психологов. Их заинтересовало в первую очередь, так сказать, не количество мыслей, а скорость их возникновения. Вот тут-то и пригодился эпизод с гринвичским астрономом и его незадачливым помощником.

Когда стали измерять скорость ответной реакции человека на тот или иной раздражитель, выяснилось, что у разных людей она различна. Так был реабилитирован незадачливый помощник Маскелина.

Но психологи не могли на этом остановиться. Они провели сотни опытов, обследовали сотни людей, пока не стало ясно, что индивидуальные различия хотя и существуют, но отклонения эти не могут заслонить общего качества, присущего всем людям. Время ответной реакции колеблется в очень узких пределах. В среднем оно составляет 177 миллисекунд. Из них 70 миллисекунд занимает само ответное движение (в опытах надо было, услышав звонок или увидев загоревшуюся лампу, как можно быстрее нажать пальцем на рычаг). А 107 — время, ушедшее на переработку сообщения.

Впрочем, не совсем так. Ученые разложили обе эти цифры на составные части. Они вычислили длину нервного пути, который проходит ответный сигнал от мозга до мышц руки, и, зная его скорость, определили, что сигнал «нажать рычаг!» приходит за 13 миллисекунд, 29 миллисекунд уходит на движение пальцев, а оставшиеся 28, видимо, расходуются собственно мозгом на выработку решения.

Из 107 миллисекунд 5 тратятся на то, чтобы услышать самый короткий из воспринимаемых нами звуков. Это время нужно звуку, чтобы по воздуху достичь нашего уха и быстро домчаться до мозга. Путь «туда» составляет всего 5 сантиметров, а «оттуда» к руке — целый метр. Вот почему входящие сигналы гораздо быстрее достигают цели, чем ответные.

Оставшиеся 102 миллисекунды расходуются опять-таки на переработку поступившей информации и на переключение сигналов с зрительного отдела мозга на отвечающий за движения.

В обиходе мы часто говорим: вот этот человек быстро соображает, сразу ориентируется в обстановке. В спорте, например в боксе, существует специальное понятие — «быстрота реакции». Имеется в виду, за какие считанные миги боксер, «раскусив» движение противника, в состоянии уклониться от удара или защитить своей перчаткой ту часть тела, в которую удар был нацелен.

Психологи в действительности сосчитали эти миги и получили любопытную арифметику. Правда, испытания проводились не на матче бокса, но их результаты характеризуют вообще способность человека предпринимать те или иные действия в ответ на определенные сигналы.

Выше мы рассмотрели упрощенную типовую схему.

В действительности все обстоит сложнее. До сих пор мы принимали в расчет лишь средние величины сигналов. Как только их немного изменили — уменьшили громкость звука, к примеру, — 102 миллисекунды, во время которых мозг разбирается в поступившей информации, превратились в 175, а общее время реакции — соответственно в 250 миллисекунд.

Для участвующих в опыте оказалось также небезразличным, на один сигнал надо реагировать или давать разные ответы на несколько. В последнем случае мозгу потребовалось еще 126 миллисекунд, чтобы оценить дополнительные сведения.



Нет необходимости перечислять все усложнения, которые вводили психологи. Важно, что при каждом из них изменялась продолжительность процессов, происходящих в мозгу, а «моторное» время — время ответной реакции — оставалось одинаковым. Оно вообще было у разных людей постоянным, различия шли за счет разной продолжительности процессов в коре мозга. Но при этом мозг всегда тратил гораздо больше времени на обдумывание, чем мышцы на исполнение приказа. Если на умственные процессы уходило в общей сложности около 500 миллисекунд, то на мышечную реакцию — около 50.

Не забудьте, что мы считали время «чистой» реакции, то есть учитывали маршруты нервных сигналов только физиологически. А ведь мозг не телефонный переключатель, соединяющий, скажем, слуховую область с двигательной. Попадая в мозг, сообщения еще где-то там циркулируют, перерабатываются, осознаются, осмысливаются.

Наш расчет относится к самой несложной мысли, если ее вообще можно так назвать. Осознать, что за звук мы слышим, и ответить на него нужным движением — не такая уж это «глубокая» мысль, скорее основа будущих возможных умственных действий.

Боксеру, например, приходится производить несравнимо более сложную умственную работу.

А вообще говоря, отдельная мысль, как считают психологи, — это действие, перенесенное во внутренний умственный план. Ведь мышление — деятельность, «чтобы узнать», а о вещах ничего нельзя узнать, как справедливо говорится, не проследив, что они делают или что с ними делается. Отдельное мыслительное действие с каким-либо предметом, проделанное, «чтобы узнать», и составляет единицу мышления.

Как видим, человеческая мысль совсем не быстра. Ученый, производивший этот расчет, вспоминает Фауста, который прогнал дьявола, быстрого как молния, и потребовал, чтобы к нему явился дьявол, быстрый, как мысль. А молния-то длится гораздо меньше — какие-нибудь микросекунды, тогда как самая примитивная человеческая мысль — миллисекунды: раз в сто дольше.

Измерить скорость мысли — только полдела. Настоящее применение теории информации состоит в том, чтобы вычислить зависимость между временем реакции человека и количеством информации, которое несет в себе тот или иной сигнал.

Одним из первых начал такие эксперименты английский психолог Хик. Он установил, что скорость переработки сообщений составляет 5 бит (единица, в которых измеряется информация) в секунду. Но он использовал очень немного сигналов, и появлялись они

через равные промежутки. А в жизни сигналы могут быть то частыми, то редкими. Ясно, что в таком случае мозг должен как-то иначе отвечать на те и другие. Ведь одни должны стать для него главными, а другие второстепенными. Значит, недостаточно учитывать суммарно среднюю информацию от десятка разных сигналов, надо знать, сколько ее содержит каждый в отдельности.

Кроме того, сигналы не одинаковы по значению. Сигнал тревоги и сигнал начала какого-то безопасного процесса не могут перерабатываться в мозгу одинаковое время — тут нужны избирательные действия.

Исследованием этих чисто человеческих особенностей переработки информации занялись психологи Московского университета.

Чтобы избежать всяких посторонних влияний, они построили в лаборатории глухую, без окошек, кабину с толстыми стенами, обшитыми металлическими листами. Внутри поставили столик и стул. На столе всего два предмета: что-то вроде телеграфных ключей, которые надо нажимать левой или правой рукой по сигналу. Сигналом служат загорающиеся на световом табло лампочки. Таким образом, как говорят ученые, поставили «чистый опыт».

Не всегда дело сводится только к нажиму ключа. Чаще приходится в ответ на ту или иную зажигающуюся лампочку произносить слова, вернее специально придуманные бессмысленные сочетания букв. Скажем, загорелась верхняя лампочка — вы должны в ответ быстро сказать: «Бен». Зажглась нижняя — вы говорите в микрофон: «Мас» и т. п.

Исследователь, ведущий опыт, находится снаружи, он вас не видит — дверь в камеру плотно закрыта, — лишь слышит через микрофон ваш голос. Скорость ответов отсчитывает специальный счетчик, подаются сигналы автоматически. Экспериментатору остается только присматривать за приборами да следить за ходом опыта.

Вероятность появления того или иного сигнала меняется от опыта к опыту. Об этом знает исследователь, но не подозревает тот, кто находится в камере.

Он озабочен только одним: как правильно ответить на сигнал, то есть мысленно выбрать нужное действие. А ученый, поскольку он точно знает, какие сигналы в какой последовательности подавались, получает возможность вычислять скорость переработки мозгом информации.

Какие же были сделаны открытия?

Сразу же выяснилось, что мозг по-разному реагирует на частые и редкие сигналы. Сознательно или полусознательно в ходе опыта человек усваивает закономерность их появления и начинает предугадывать события. Теперь он готовится к приему более важных сигналов, как бы ждет их. Благодаря этому время реакции на редкие сигналы становится меньшим, чем могло бы быть.

Правда, это не обходится даром, и частые сигналы требуют несколько больше времени для осознания и ответа. Тем не менее такая внутренняя перенастройка выгодна организму.

Если бы этого не происходило, время реакции распределялось бы иначе: на редкие сигналы ответ возникал медленнее, а на частые мы бы реагировали быстрее. Так, во всяком случае, мозг должен был действовать по закону, установленному Хиком.

Затем одному из двух сигналов придали аварийное значение, а человеку, находящемуся в исследовательской камере, сообщили, что на сигнал тревоги надо реагировать особенно быстро. Если время реакции на аварийный сигнал оказывалось больше заданного, установка «ломалась» (экспериментатор незаметно выключал приборы). Опыт не засчитывался.

И такое разделение сигналов по значению сразу же сказалось на результатах. Человек как бы заранее настраивался на возможное появление необычного сигнала. И когда тот действительно появлялся, мозг отвечал на него быстрейшим образом. Скорость переработки важной информации резко возрастала.

Смысл сигнала, не безразличный для человека, как бы стимулирует восприятие мозгом информации, повышает эффективность этого процесса. А ведь по теории информации всегда считалось: значение того,

что передается, несущественно, важно лишь, сколько букв или других единиц потрачено на сообщение.

В технических системах связи действительно так и есть. Но наш мозг работает совсем по иному принципу: важные сообщения он перерабатывает быстрее, чем рядовые, обычные.

И эта отличительная особенность человека дает ему огромное преимущество перед разными «мыслительными» машинами. Но на эту тему у нас будет еще разговор впереди.

Итак, получалось, что скорость переработки информации в каждом отдельном случае различна. Однако она гораздо выше, чем та, первая, вычисленная в среднем. В ситуации выбора не пять, а двадцать пять единиц в секунду способен сознательно воспринимать наш мозг. Таковы результаты опытов, которые проводили московские психологи под руководством профессора Алексея Николаевича Леонтьева.

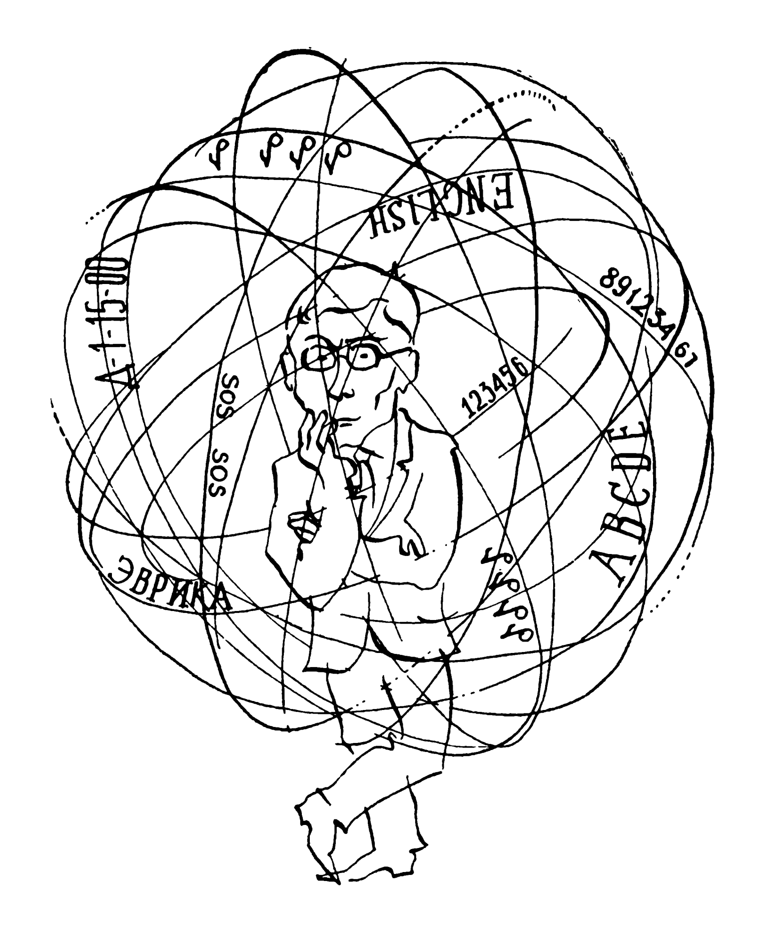
Немецкий ученый Гельмер Франк построил свои эксперименты иначе. Он заставлял студентов записывать все, что они увидят на экране, где периодически, через каждую десятую долю секунды, вспыхивал ряд букв.

Казалось, если увеличить время проекции, можно ожидать, что за удвоенное время человек воспримет вдвое больше информации. В действительности этого не происходило. В каждую новую секунду воспринималось шестнадцать единиц дополнительной информации.

Тот же исследователь установил, что хранится она в сознании.

Но не вся информация, так сказать, «оседает» в мозгу. Часть ее уходит на осмысление того, что мы воспринимаем. Скажем, треть расходуется на информацию о зрительном раздражении, а остальное — на опознание смысла слова, если нам показывали вспыхивающую на экране надпись.

Многие психологи считают, что вообще только половина воспринимаемой человеком информации непосредственно усваивается, а вторая половина идет на вызов из памяти соответствующих сведений.



Так или иначе, а ясно, что одновременно через сознание проходит очень мало информации. Но и небольшого ее количества достаточно, чтобы запустить в ход всю громадную «орбиту» нашего мышления.

Это очень важный факт (помните, мы обращали на него ваше внимание в самом начале разговора о переносе мысленной информации). Он означает, что из непрерывного и бесчисленного потока сведений, буквально обрушивающегося на нас, мозг отбирает

только необходимую информацию. На выработку самых сложных условных рефлексов расходуется всего одна-полторы единицы информации, во время обычного разговора люди обмениваются несколько большим ее количеством — каждое слово несет что-нибудь 10—12 единиц информации.

Происходит так не потому, что мозгу не хватает каналов информации. «Пропускная способность» мозга намного больше практически используемой. Просто невыгодно зря перегружать мозг.

Любопытный эксперимент провел недавно один американский психолог. Он несколько изменил обычный порядок опытов: показывал случайный набор из 18 букв, но размещал их не как попало, а столбиком из шести рядов.

Как должно было быть по теории? Из 18 разных букв за сотые доли секунды, которые длится демонстрация, человек запоминает 6—7. Так случилось и на этот раз, только буквы оказались из различных рядов. Выходит, человек успел охватить мысленным взором все ряды — все 18 букв. Но уже через секунду он не может вспомнить ни одной — они исчезли из памяти, как ненужный балласт. И человек думает, что он только те 6—7 букв и видел, которые сохранила его зрительная память.

Если перевести результаты этих опытов на язык теории информации, получится, что за сотые доли секунды человек воспринимает 70—80 единиц информации! Запоминает же лишь каких-нибудь 30 единиц. Остальное (больше половины) отсеялось и не дошло до хранилища сведений. Видимо, в мозгу есть что-то вроде фильтра, отбирающего необходимый минимум информации, чтобы пропустить ее в сознание. Да и как иначе, ведь поток разнообразных сведений просто захлестнул бы нас, не будь такого фильтра.

Может быть, это даже не фильтр, а скорее что-то вроде своеобразного резонансного механизма, когда звук определенного тона и силы падает на все струны, а отзывается лишь одна, настроенная в унисон с ним.

Известен классический пример мельника, который

не слышит шума работающей мельницы. Он ему не нужен, этот однообразный шум, продолжающийся целый день, и он его просто не замечает. Но стоит шуму измениться — и мельник сразу услышит перебои. Для него это сигнал тревоги или беспокойства: очевидно, в механизмах мельницы что-то разладилось. Он начинает искать причину.

Беда только в том, что не всегда «фильтр» отсеивает случайные сообщения. Иногда он отбрасывает как раз нужные сведения. Не тогда ли человек не может решить задачу потому, что просто не видит самого существенного в ее условии. А потом, когда отсеявшаяся вначале информация всплывает в памяти (есть предположение, что ничто из увиденного, услышанного человеком не пропадает совсем, оно только поступает не в работающую память, а в архивы), в сознании человека «неожиданно» появляются те сведения, которые до этого, как говорят, «выскочили из головы». И он вдруг начинает видеть условия задачи как бы в ином свете. Вспомните печально знаменитые четыре точки, за пределы которых до поры до времени никак не могла вырваться мысль некоторых участников опыта. А потом, когда что-то вызвало из памяти необходимые сведения, полученные во время подсказки, они сразу сообразили, что надо не вписывать треугольник внутрь, а описать его вокруг квадрата.

Фильтр, что сокращает количество поступающей в мозг информации, — один из самых простых механизмов, обеспечивающих творческое мышление.

Обычно психологи старались возможно подробнее развернуть каждое мыслительное действие, чтобы изучить его в деталях. На сокращенные умственные действия почти не обращали внимания. И только теперь выяснилось, какие грандиозные возможности открываются для мышления благодаря способности нашего мозга сокращать первоначально развернутые умственные действия. Отдельные мыслительные операции производятся тогда как бы по неполной программе, по ним лишь пробегает мысленный взор, они не проделываются, а как бы «имеются в виду».

Благодаря этому огромную сумму знаний человек может затем выразить сжатой формулой. Мысль становится предельно сжатой, словно спрессованной.

Не менее важно бывает не просто сократить, а укрупнить информацию, поступающую в мозг.

Человек всю жизнь бессознательно учится мыслить «крупными блоками».

В начальной школе вы с трудом усваивали страничку из учебника. Нередко читали ее несколько раз, а то и рассказывали себе. В институте, готовясь к семинару, вы легко овладевали целым разделом учебника. А став инженером или тем более ученым, за несколько часов работы в библиотеке могли просмотреть весь учебник или монографию и составить о них представление.

Как вы это сумели сделать? Ведь пропускная способность вашего мозга осталась прежней. Значит, вы научились увеличивать содержательность информации, оставляя ее количество неизменным.

Видимо, в увеличении емкости информации и заключается один из наиболее важных механизмов творческого ума. Во всяком случае, подсчитали, что слаломист, даже не рекордсмен, преодолевая дистанцию, за девять секунд воспринимает и перерабатывает значительно большую информацию, чем, например, способный математик за сорок минут напряженной вычислительной работы. А он получил сведений значительно больше, да и результат мыслительной работы математика, который решал свою «слаломную» задачу, гораздо весомее.

Значит, он оперировал более концентрированной информацией: его мозг умеет обобщать и классифицировать разрозненные сведения и потому обходится относительно меньшим ее количеством. Залог такого умения — в способности человеческого мозга пользоваться емкими кодами для зашифровки передаваемых сообщений. Сравните алфавит из 32 букв, которым закодированы звуки нашей речи, и азбуку Морзе из двух условных значков (точек и тире), которой пользуются для той же цели телеграфисты. Конечно,

второй код более емкий: то же количество информации передается с помощью меньших затрат. Психологические исследования последних лет заставляют думать, что способность человеческого мозга ко все более емкой перекодировке сообщений практически безгранична. И значит, безграничны его творческие возможности.

ЭЛЕКТРОННЫЕ НЬЮТОНЫ

С некоторых пор в лабораториях психологов стали увлекаться играми. Немолодые уже люди, словно беззаботные студенты на скучной лекции, играли в «пятнадцать» или резались в «морской бой». Мало того, они предлагали «сразиться» всем желающим, старательно записывая, кто и почему выходит победителем.

Чем объяснить такое неожиданное пристрастие? Дело в том, что игры в «пятнадцать», «морской бой» и им подобные представляют собой, по существу, занимательные математические задачи. Решая их, человек не просто вычисляет, то есть тренируется в применении определенных правил, но и сам открывает какие-то закономерности, позволяющие ему затем по найденному образцу решать все аналогичные задачи. (Недаром, видно, такие игры называют интеллектуальными.) А в последнее время психологи особенно интересуются всякого рода правилами и планами решения, складывающимися у человека в ходе поиска нужного ответа.

Игра в «морской бой» всем хорошо известна, а в «пятнадцать», может быть, не так знакома. Популярный современный психологический прибор можно купить в любом игрушечном магазине. В квадратной коробочке расположены как попало полтора десятка пластмассовых фишек, пронумерованных от единицы до пятнадцати. Они занимают почти все дно коробки. Остается свободным местечко как раз для одной фишки. Надо передвигать (прыгать не разрешается) фиш-

ки, пока они не встанут по порядку номеров. Пустая клетка должна быть на том же месте.

Собственно, в психологических экспериментах применяют несколько облегченный вариант игры. Клеток берется не шестнадцать, а лишь шесть. В них в произвольном порядке расположены пять пронумерованных фишек, одна клетка пустая. Остальные условия те же. Игрокам предлагается двигать фишки, пока они не займут места, как в строю, от единицы до пятерки.

Таких перестановок (вариантов ситуации) возможно 120, но не все они разрешимы. А те, что разрешимы, могут быть доведены до конца за разное количество передвижек. Наблюдая, как разные люди передвигают фишки в поисках правильного решения, психологи считают, сколько ходов им для этого потребовалось, и соотносят с наилучшим вариантом решения, который им известен.

Какие же серьезные выводы делают психологи из простой игрушки?

Дольше (с самым большим количеством ходов) решают задачу те, кто двигает фишки наобум, случайно добиваясь успеха. Большинство людей сразу же пытаются найти ключ решения. Они обдумывают возможные передвижки, прежде чем сделать ход. При этом стараются мысленно разделить фишки на те, что можно оставить на месте, и на те, которые необходимо передвинуть. В результате они делают меньше ходов, так как действуют уже не с пятью, а, скажем, с двумя фишками.

В одном из опытов, благодаря объединению разрозненных фишек в группы, вместо восьми ходов пришлось сделать всего три. Такой ход мышления явно экономнее.

В общем способности человеческого мышления проявляются и здесь в своих специфических качествах. Кстати, не напоминает ли вам образование из фишек упорядоченных групп, а стало быть более крупных единиц действия, то укрупнение информации, о котором шла речь выше?

Задачи-игры представляют интерес для психологов

еще и потому, что их условия легко могут быть заложены в кибернетическую машину. Не просто для доказательства, что машина может выполнять сложные интеллектуальные действия — в таком случае можно было дать машине описание наилучших решений всех ситуаций и заставить ее лишь выбирать соответствующее. Гораздо важнее поставить машину в те же условия, что и впервые начинающего игру человека: «объяснить» ей правила передвижения фишек и цель. А как действовать — она должна решить сама.

Ученые, знакомые с принципом работы счетно-решающих устройств, попытались представить, как машина будет действовать именно в этом случае. Видимо, она должна с каждым новым ходом делать все меньше и меньше обратных перестановок, то есть ставить фишку с большим номером впереди фишки с меньшим номером. Ведь в конце все они должны стоять по порядку номеров, а с каждым ходом игрок приближается к конечной позиции. Такой ход решения подсказывала математика.

Но с точки зрения математики он, может быть, и был наилучшим, однако человек, решивший задачу тоже оптимальным способом, действовал совсем не так. Когда изобразили ход его решения в виде графика, получилась извилистая линия, напоминающая горный хребет. «Вершины» и «долины» чередовались в ней неравномерно, все были разной высоты и глубины и совсем не похожи на равномерно понижающийся «склон», характерный для машинного «мышления».

Так еще раз со всей остротой встал вопрос о различии машинного способа «мышления» и чисто человеческого.

Проблема эта не нова. Она возникла почти одновременно с появлением машин, способных «думать». Но лишь теперь оказалась поставленной в психологическом плане.

«Конкуренты» у человека появились, когда студент Массачусетского политехнического института, теперь известный математик Клод Шеннон, додумался до простой, как все истинно гениальное, идеи, что логические операции, с помощью которых мы ду-

маем, могут осуществляться не только мозгом, но с таким же успехом и любым автоматом, состоящим из реле, полупроводников или других элементов, способных к переключению. Так появились «думающие» машины.

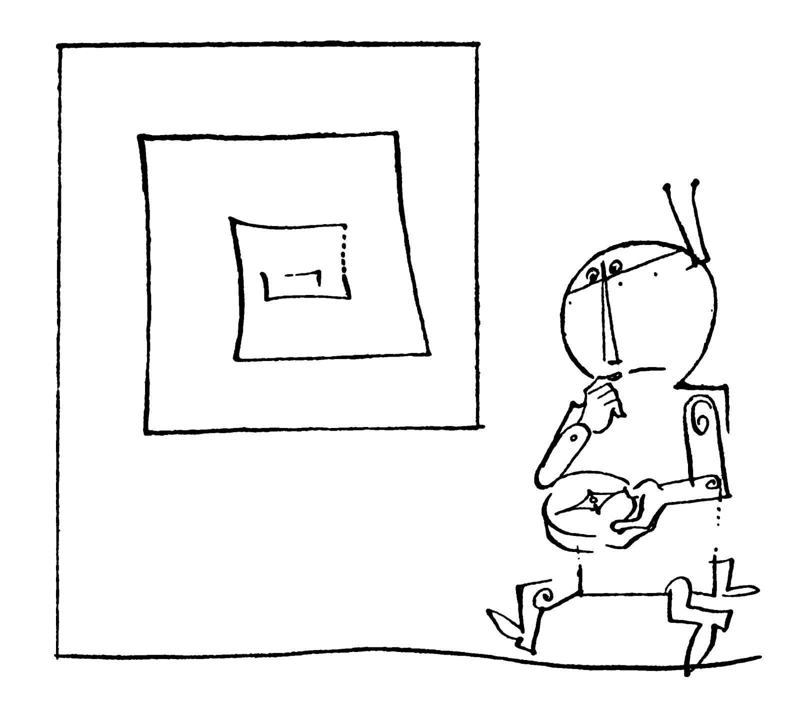
Абстрактное, логическое мышление — вершина человеческого интеллекта! Раз из всех форм работы мозга удалось воспроизвести именно эту, значит машины догнали людей по уровню интеллекта, решили многие. Теперь раскрыть остальные секреты мыслящего ума не представит большой трудности.

И действительно. Машины начали решать громоздкие уравнения, выполнять работу плановика, бухгалтера, потом взялись за переводы с одного языка на другой, стали играть в шахматы, на досуге сочиняли куплеты и музыку к ним. Казалось, вскоре наступит эра мыслящих автоматов, способных думать не только как человек, но и лучше его.

Но пока мы с вами восхищались удивительными способностями машин, инженеры и математики, непосредственно работавшие с ними, давали им далеко не лестные отзывы. Все чаще и чаще «умные» машины вызывали недовольство у своих создателей. «Покуда им все растолкуешь, подробно, шаг за шагом опишешь план действия — уже некогда ждать результатов, — жаловались программисты. — А чуть изменились условия задания — изволь начинать все сначала».

«Современные машины идиотски логичны», — говорили инженеры, а кто-то, крепко рассердившись, даже назвал их «учеными дураками». Словом, машины так и не стали по-настоящему умными: они слепо следовали программе и ничего не умели делать самостоятельно. Никакой опыт не шел им впрок — они не умели самого главного — того, чем, пусть в малой степени, владеют даже животные: машины не умели учиться.

И тогда инженеры пришли на поклон к физиологам: расскажите, как живые организмы учатся. Те объяснили им, что мозг работает по принципу условных рефлексов (ведь тогда и физиологи еще не упот-



ребляли таких слов, как «информация», «программа» и т. п.): поступает извне раздражение — организм отвечает каким-либо целесообразным действием. Если внешнее воздействие совпадает по времени с каким-нибудь другим сигналом, мозг берет это на заметку. Так возникают длинные цепи рефлексов. Когда они приводят к удачному результату, мозг запоминает удачу и хранит знание о ней в одном углу своей обширной памяти.

Ошибка, промах тоже учитываются мозгом, сведения о них хранятся где-то в другом месте архива.

Схема работы мозга, столь живо описанная физиологами, подкупала своей простотой. А главное — ее легко было воспроизвести в машинах. И вот технические институты и лаборатории наводнили электронные мыши, черепахи, собаки.

Они вели себя, как настоящие животные: добыва-

ли «пищу», обходили стоящие у них на пути предметы, «летели» на свет... От игрушек перешли к серьезным машинам. Вскоре они тоже научились учиться. Но, увы, инженеров опять ждало разочарование: автоматы обучались лишь самым простым действиям, да и действовать могли только в примитивных условиях.

Казалось, кибернетика зашла в тупик. После бурных восторгов наступило некоторое уныние. Стали раздаваться голоса, что многие способности мозга вообще не удастся воспроизвести в машине. Недаром же не появилось ни одного электронного продавца, скажем, а ведь он выполняет не такую уж сложную мыслительную работу. Правда, ему приходится все время решать новые неожиданные задачи, а машина этого не умеет. Что толку говорить о более интеллектуальных видах труда, с которыми справляется машина. Ведь, вычисляя, она просто молниеносно совершает миллионы логических операций, обгоняя человека в скорости.

Но даже продавец в магазине не обходится одной только логикой. Он просто не мог бы работать, если бы, обслуживая каждого покупателя, мысленно перебирал все возможные варианты своих ответных действий. К тому же жизнь ставит перед ним пусть не очень сложные, но все время новые задачи, с которыми он раньше не встречался. Так что у него нередко даже нет заранее выработанной системы действий. И приходится все время составлять себе новую программу.

Получается, что даже работа продавца носит более творческий характер, чем работа вычислительной машины, действующей по очень сложной, но заранее расписанной по пунктам программе.

Увидев, что теория автоматов не может помочь сконструировать подлинно умную машину, инженеры снова обратились к биологам. Но те оказались беспомощными. Все, что знали о работе мозга, они уже рассказали. И инженеры, последовав их советам, построили машины, способные производить логические действия и копировать условные рефлексы. Иными

словами, в машинах удалось воссоздать самые сложные и самые простые мыслительные операции. А вся «золотая середина», что составляет основу человеческого мышления — и обыденного и творческого, — выпала из сферы работы машин.

Что могли биологи рассказать о том, как продавец находит десятки разных решений проблем, поставленных перед ним покупателями; по каким признакам мы узнаем в толпе знакомых; как мы ищем ответ на задачу из школьного учебника и как находят новые способы решения научных проблем инженеры и ученые, если обо всем этом они имели самое смутное представление? Психологи только-только начали подбираться к сложным закономерностям человеческого мышления.

К тому же поиски решений разного рода задач — от чисто бытовых до подлинно творческих (а именно они и служат основой нашего мышления) — в отличие от логических действий совершались неосознанно, интуитивно, и сами продавцы, школьники, инженеры ничего не могли рассказать о том, как они додумались до истины.

Видимо, мозг давно уже автоматизировал серединные, промежуточные по сложности мыслительные ходы, как переводит он на автоматическое самоуправление освоенные нами новые движения. И, ловя мяч или беря со стола чашку, мы не можем объяснить, какие именно мускулы и в какой последовательности сокращали. Для сознательной работы мозг оставляет общее руководство, контроль за результатом мыслительных действий, а средства — умственные операции — выбираются автоматически. Не мудрено, что мы их не осознаем.

Однако ученым было от этого не легче. Стало ясно, что прежними методами не проникнуть в мыслительную кухню. Изучая, как передаются и куда приходят нервные импульсы, не понять деятельность ума. Это физиологов могла интересовать работа отдельных нервных клеток и ансамблей из них. Здесь же требовалось установить ход мыслей. Значит, надо было обращаться к психологии. А психологи

не могли дать конкретных рецептов, как усовершенствовать машину, заставить ее думать по образу и подобию человека, потому что сами знали об этом очень мало и детально не представляли, как думает человек.

Да и много ли можно было узнать теми способами, которыми они действовали. Нужен был совершенно иной подход к исследованию мышления — современный, основанный на математике, а не на лирических описаниях того, кто как думает. Таким орудием исследования и стала теория информации.

С ее помощью ученые вплотную подошли к тому, чтобы четко и ясно сформулировать, чем мышление человека отличается от машинного. Машина действует статистически, каждый раз вычисляя «среднее арифметическое» решение. Человеку же нет надобности перебирать все варианты. Он находит правильный ответ, нередко руководствуясь какими-то смутными намеками, обрывками сведений.

Если говорить на современном языке, машине необходима полная информация о всех деталях задачи, которую она решает. А мозг человека может находить разумные решения, используя разрозненные сведения. Именно поэтому кибернетические машины, несмотря на свое быстродействие, так плохо играли в шахматы. Ведь прежде, чем принять решение, они должны были просмотреть и рассчитать все возможные варианты хода. А шахматы — такая игра, где количество вариантов каждого хода бесчисленное.

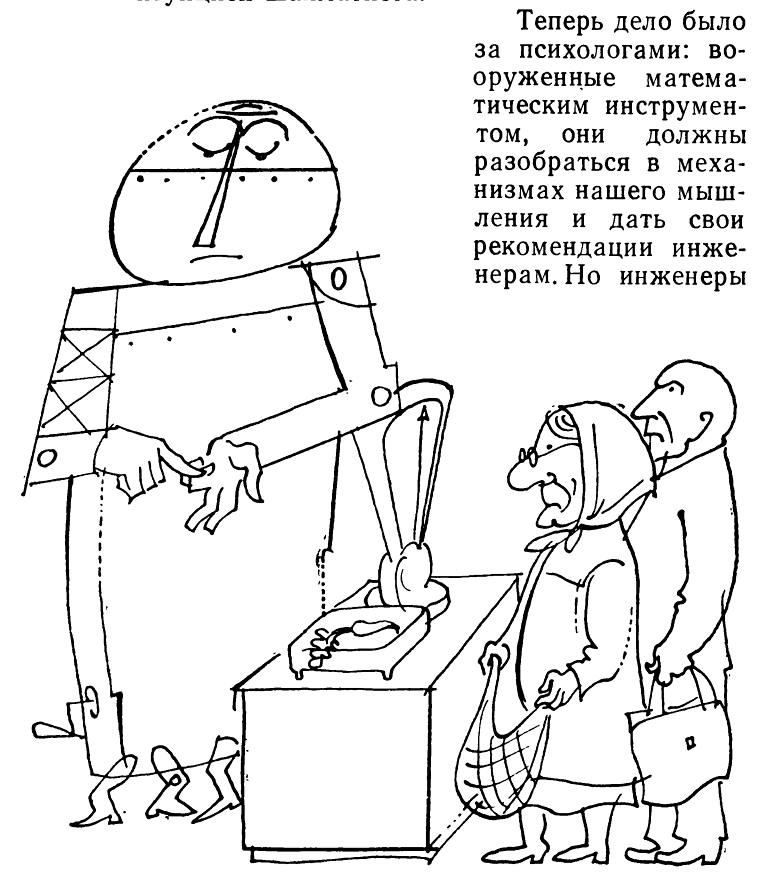
Искусство умелой игры — вовсе не в переборе многих решений, а в выборе правильного. Вот почему говорят, что самый плохой шахматист играет лучше самой умной машины.

Работа на неполной информации — главное отличие в способе «мышления» машины и человека. И именно эту способность труднее всего воспроизвести в машине. Виктор Михайлович Глушков — признанный математик, много занимавшийся теоретическими вопросами, а теперь обратившийся к кибернетике, уверяет, что проще всего научить машину думать как математик-теоретик (то есть обучить ее ло-

гическим действиям). И гораздо труднее воспроизвести такие интуитивные действия, как поиски решения, оценка вариантов, умение узнавать в незнакомом известные черты. А ведь все это — в более примитивной форме, разумеется, — могут делать даже животные.

Логическое мышление математика он сравнивает с правилами передвижения шахматных фигур, а поиск правильного доказательства — с талантом, опытом и интуицией шахматиста.

Теперь дело было за психологами: вооруженные математическим инструментом, они должны разобраться в механизмах нашего мышления и дать свои рекомендации инженерам. Но инженеры



вольно или невольно тоже научили кое-чему следопытов мысли. В их представления вклинилась кибернетика. «Раз мозг — устройство для переработки информации, значит и изучать надо в первую очередь информационные процессы в нем», — пришли к выводу психологи.

Заставляя людей играть в «морской бой», они стремятся найти правила (или, как мы сказали бы теперь, алгоритмы) переработки информации человеческим мозгом.



Откуда они возникают, эти злополучные алгоритмы? Один из американских психологов шутливо заметил: задавать такой вопрос все равно, что спрашивать бостонских дам, откуда они берут свои шляпы. Те возмущенно ответят: «Моя дорогая, мы *не получаем* наши шляпы, у нас они *есть*».

И все же вопрос вполне законный. Надо только условиться, что именно мы имеем в виду под алгоритмом. Слово это взято из математики. Там алгоритм — это система правил, по которым решаются те или иные задачи. К примеру, вы хотите разделить число 348 592 на 849. Те последовательные действия, которые вы для этого проделаете, и есть алгоритм. Иными словами, это правила, руководствуясь которыми вы можете разделить любое многозначное число на другое, тоже многозначное. Они применимы не к одной частной задаче, а ко всем задачам такого типа.

Алгоритм, о котором мы сейчас говорим, — один из самых простых. Его вы учили в школе. Математика насчитывает сотни разных алгоритмов. История этой науки, собственно, и есть открытие многочисленных алгоритмов. И как у всякого открытия — у каждого из них своя судьба, подчас драматическая. Случаются они не часто, и всякий раз это большое событие — ведь появляется возможность решать новый круг задач, новый ряд проблем.

Обогащая математику, вновь открытые алгоритмы расширяют возможности человеческого мозга вообще — он обретает способность успешно действовать в более сложной обстановке.

Так может быть, алгоритмы лежат в основе не только вычислительной работы ума, но и вообще мышления? Многие психологи склонны думать, что дело обстоит именно так. По аналогии с машинами алгоритмы иногда еще называют программой мыслительных действий или планами поведения. Суть дела от этого не меняется: всегда речь идет об определен-

ных правилах решения мыслительных задач, своего рода формулах мышления.

Математические алгоритмы человек изобрел сам, а те, которыми пользуется его мозг, создала природа. У нас в голове много разных формул мышления. Одни, наиболее простые, мы получаем по наследству от своих родителей. Им не надо учиться. Все остальные умения и навыки приобретаем в течение жизни. Но берем их не из воздуха, а перенимая опыт прежних поколений. Этими алгоритмами мы овладеваем в школе.

Впрочем, не думайте, что, окончив школу, вы получаете универсальный набор формул мышления. Программы мыслительных действий не хранятся у нас в памяти в готовом виде. Часто мы владеем только схемами, из которых могут возникать разные программы. Так, вероятно, для произнесения алфавита существует жесткая программа, которая запоминается вся целиком. Числа по порядку номеров в пределах сотни с небольшим мы тоже произносим не думая, пользуясь раз и навсегда запомнившимся алгоритмом, а когда числа начинают увеличиваться, мы скорее вычисляем, чем перечисляем, прибавляя единицу к каждому новому числу. Иными словами, мысленно формируем новую программу действий.

Преимущества такого способа мышления особенно наглядно видны на примере с машинами. Что выгоднее: снабдить вычислительную машину готовой таблицей логарифмов или дать формулу, чтобы она сама выводила логарифмы, которые ей нужны? В первом случае машина быстро найдет необходимые логарифмы в таблице, но, если встретится новое число, логарифм которого не дан, она не сможет ничего сделать. Во втором случае машина, конечно, будет вычислять медленнее, так как ей придется еще и выводить логарифмы. Зато сможет создать логарифмы любых чисел и поле ее деятельности не будет ограничено никакими рамками.

Конечно, иметь в памяти только формулу, только сжатую схему, из которой можно получить много вариантов программ, удобнее. Это как раз и позво-

ляет действовать в разных обстоятельствах по-разному и пока что служит главным различием в способе «мышления» машин и человека.

Сама по себе способность строить много программ на основе общей схемы характеризует мышление человека как творческое по своей природе. Но это, так сказать, низший уровень творчества, благодаря которому человек просто оказывается умнее современных вычислительных машин.

В чем же заключается, с точки зрения кибернетики, творчество в высоком смысле — открытие новых законов, конструирование новых машин?

Видимо, в создании принципиально новых алгоритмов.

«Что такое математическое открытие? — говорил Пуанкаре. — Оно вовсе не состоит в том, чтобы создавать новые комбинации из тех математических единиц, которые уже известны. Это может сделать каждый, число этих комбинаций может быть бесконечно, однако большая часть их абсолютно лишена интереса. Открытие состоит, собственно, не в конструировании бесполезных комбинаций, но в конструировании тех комбинаций, которые полезны и которые являются чрезвычайно редкими. Открытие есть распознавание, выбор».

Не найдя в памяти готовой формулы для решения новой проблемы или хотя бы отдельных частей, из которых ее можно было составить заново, мозг пытается разработать совершенно иную программу мыслительных действий. Если это ему удается, задача оказывается решенной творчески, с помощью не использовавшихся раньше мыслительных ходов. Вот почему всякое открытие, будь оно в химии или астрономии, литературе или живописи, поднимает на новую ступеньку не только ту или иную науку или разновидность искусства, но и человеческий разум вообще. Изучая технологию открытий, следующие поколения людей овладеют и секретами творческого мышления. И сами уже не будут «открывать Америку», а двинут науку, искусство еще дальше, создадут новые алгоритмы для работы ума.



Конечно, неправильно было бы все механизмы ума сводить лишь к алгоритмам. Человек не только обладатель громадного запаса разнообразных алгоритмов. Он способен вести себя, так сказать, и неалгоритмически, то есть принимать неожиданные решения в новых обстоятельствах.

И может быть, правы те психологи, которые считают, что вернее говорить не о раз и навсегда уста-

новленных правилах мышления, а о динамической модели вещей и явлений внешнего мира, формирующейся у нас в мозгу и позволяющей ориентироваться в новой обстановке.

Ведь, исследуя какую-то новую для себя область, человек создает в мозгу ее модель. Вначале приблизительную, потом постепенно человек ее совершенствует, корректирует. И на основе такой мысленной модели человек в уме изобретает способы воздействия на нее.

Что человек строит мысленные модели действительности — теперь, после появления кибернетики, общепризнано. Так, может быть, и во время творческого процесса имеет место нечто аналогичное?

Ряд психологов предполагает, что при решении задачи в мозгу человека возникает подвижная изменчивая модель проблемной ситуации. При взаимодействии с другими идеями, возникшими раньше или просто с мысленными «отпечатками» известных нам объектов, образуются новые связи и отношения между отдельными деталями проблемной ситуации. А это и есть решение задачи.

Наблюдения позволяют предположить, что мысленная модель проблемной ситуации существует в мозгу в какой-то мере самостоятельно, автономно. Во всяком случае, в известной степени независимо от сознания (отсюда неожиданность, внезапность найденных решений).

Кто прав — сторонники алгоритмического подхода к творчеству или мыслительных моделей, — покажет будущее. Сейчас ясно одно: почти никогда мы не действуем методом проб и ошибок.

Многие задачи практически просто не удалось бы решить, действуй мозг путем обычного перебора вариантов. Математик Тьюринг подсчитал, что в головоломке, состоящей из нескольких квадратиков, которые нужно определенным образом скомбинировать, возможно 20 922 789 888 000 разных комбинаций. Работая сутки напролет и тратя на анализ каждой комбинации всего минуту, человек решал бы эту задачу 4 миллиона лет! А ведь головоломка с квадратика-

ми — разновидность игры в «пятнадцать», в которой каждый из вас успевал расставить фишки несколько раз за школьную переменку.

Приводя пример с головоломками, Тьюринг спорил с другими математиками, которые упорно считали, будто любая мыслительная работа — это чисто статистический выбор нужного решения из бесчисленных возможностей. Они утверждали, что если посадить за пишущую машинку даже обезьяну, то, произвольно нажимая на клавиши, она в конце концов чисто случайно напечатает хоть все книги из библиотеки Британского музея. Вряд ли нужно доказывать, что процесс создания книги — это не последовательный выбор одной из возможных комбинаций ста тысяч слов.

Однако, чтобы показать всю абсурдность подобного предположения, американские психологи сделали такой подсчет. Взяли известный учебник математики и попытались установить, какая часть всех возможных последовательных выражений основной теоремы используется для доказательства других описанных в книге теорем. Получилось астрономическое число. Если работать по методу знаменитых обезьян, то даже при скорости современной вычислительной машины на это ушли бы сотни тысяч лет. Тогда как учебник написан двумя математиками за вполне обозримые сроки. Ясно, что они использовали не «алгоритм Британского музея», как стали называть такой случайный перебор вариантов, а какой-то другой путь.

Какой же?

Правила логических доказательств нам хорошо известны. Но, как мы теперь уже знаем, вся соль вовсе не в них, а в тех, может быть, и менее сложных, совершаемых интуитивно мыслительных действиях, которые подготавливают нужное решение. Вот эти алгоритмы поиска решений нам почти неизвестны.

Мы знаем только, что мозг не пассивно собирает случайно попадающую к нему информацию, а активно ищет то, что ему нужно, «схватывает» важные для него сигналы, быстро перерабатывает их, а малозначительные сведения просто отбрасывает.


A

Да иначе живой организм просто не сумел бы выжить: пока он перебирал бы все возможности, его давно бы съели более сильные или засосала бы трясина. Живое существо не может идти по пути случайных удач, оно должно действовать направленно, по созданному им самим плану.

План этот, видимо, сводится к тому, чтобы взять на выбор несколько разных сигналов или несколько вариантов решения и оценить только их, иначе нам не хватило бы целой жизни, чтобы справиться хотя бы с одной задачей. Разумеется, здесь есть некоторая доля риска. Ведь с миллионами ненужных могут быть случайно отброшены как раз правильные решения. Но тут уже ничего не поделаешь: либо медленно, но верно, либо быстро, но с риском. Недаром психологи говорят, что все мы игроки — одни в большей, другие в меньшей степени.

И действительно. Организм все время ведет своего рода игру с окружающей его природой. Игру тем более сложную, что побежденный погибает. При этом правила игры не определены, а ходы, задуманные «противником», неизвестны. Так в природе. Но и в человеческой практике сплошь и рядом возникают ситуации, не отличающиеся ясностью арифметической задачи, где верный ответ можно получить. основываясь на очень простых и твердых правилах элементарной логики. Вот почему и для исследования того, как мы мыслим в условиях жизненного цейтнота, часто применяют не обычные школьные задачи, а всякого рода головоломки, умственные игры.

Современные опыты отличаются от экспериментов прежних лет только тем, что исследуют не эмпирические особенности работы ума, а информационные процессы, лежащие в их основе. В них нет ничего загадочного: разные сообщения сравниваются друг с другом, записываются в памяти, извлекаются из архивов и т. п. Важно установить последовательность этих операций и вскрыть принципы выбора и оценки разных сообщений.

Кое-что в этом направлении уже сделано. Два известных наших математика, Гельфанд и Цетлин, пред-

положили, что мозг может использовать, например, такой прием. Создать мысленную, весьма общую предположительную схему окончательного решения, как бы заранее придумать возможный ответ. А потом проверять, какой из реальных вариантов окажется к нему ближе всего.

Практически это должно происходить так. Мозг прежде всего сортирует анализируемую информацию на главную и второстепенную. Затем наугад выбирает какую-либо группу сигналов, сообщений и быстренько проверяет, нет ли поблизости более важного, интересного набора. И если есть, то берет за основу именно его, а первоначальный комплект отбрасывает. То же самое проделывает он и с другой группой сведений, выбранных тоже наугад, но не вблизи от первых.

Теперь наступает самый важный этап: сравнение обоих улучшенных вариантов. Так удается определить, какой из них оказался ближе к задуманному. И в соответствии с этим мозг выбирает третью группу анализируемых признаков. Она взята уже не случайно, а предсказана всем ходом предыдущих событий.

Это повторяется много раз. Случайный выбор первой попавшейся комбинации сведений, улучшение ее, так сказать, местными силами. Затем сразу большой скачок в сторону, разведка здесь. В зависимости от результатов сравнения — снова гигантский скачок, теперь уже более направленный, и так далее до тех пор, пока предположительное решение не откорректируется до истинного.

Такой способ поиска правильного ответа напоминает обследование неизвестного оврага. Как будто вы пробираетесь по его дну, то и дело поднимаясь вверх по склону, чтобы сориентироваться, куда двигаться дальше. Его так и назвали «шаги по оврагу».

Совершенно очевидно, что второстепенные величины отыскиваются во время местной разведки вокруг да около. А главные, существенные, за счет «шагов». Если правильно выбрать размер шага, то по мере движения «по оврагу» местная разведка будет становиться меньше. Все внимание сосредоточит-

ся на самих шагах. А это значит, что поиск будет все убыстряться и убыстряться. При правильно выбранном шаге мы как бы движемся наиболее удобным и экономным маршрутом: переваливаем через мелкие «хребты» и огибаем высокие «горы».

Предположение, что, думая над той или иной проблемой, мозг «шагает по оврагу», довольно правдоподобно. Физиологи подтверждают, что такой ускоренный метод поиска нужного решения мозг применяет при управлении сложными движениями рук и ног. А ведь в этом случае мозгу тоже приходится решать задачу со многими неизвестными.

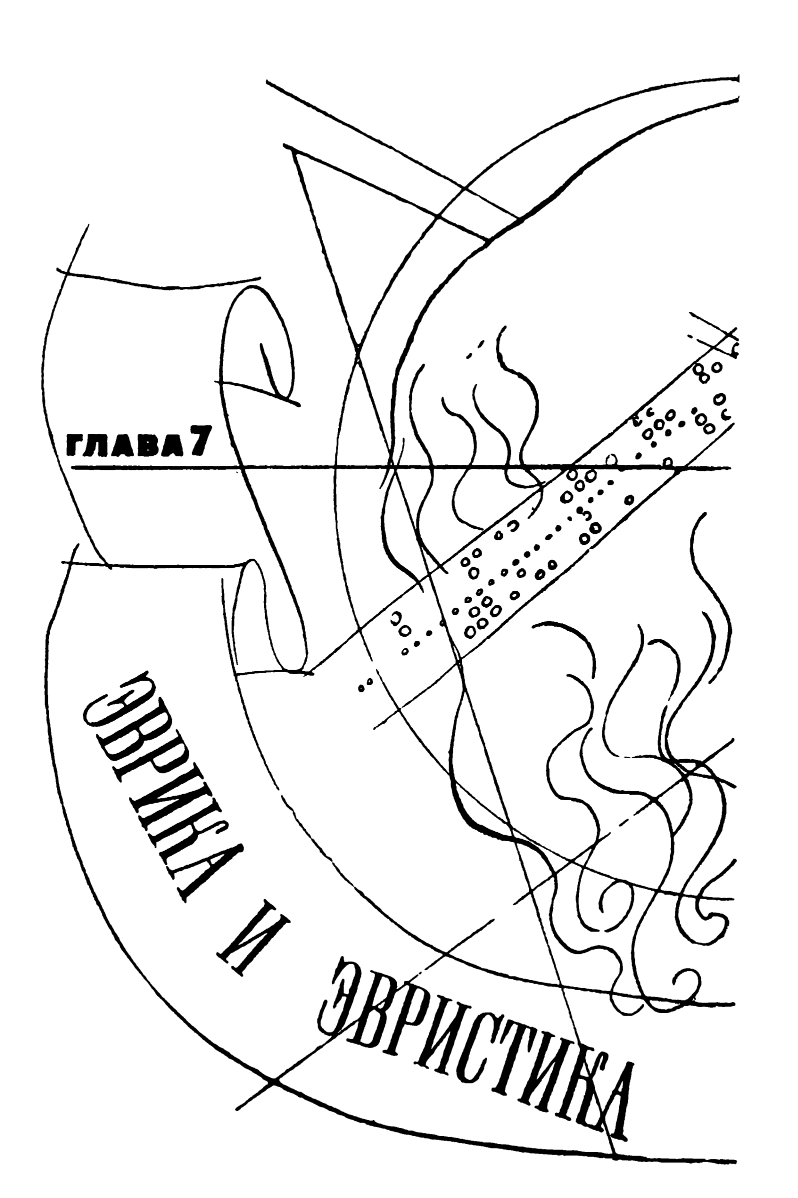
Путь сокращенного, выборочного анализа, конечно, не может гарантировать стопроцентного успеха. Он позволяет решать задачи с большей или меньшей вероятностью, найти правильный ответ. Тем не менее в очень многих случаях, особенно когда приходится действовать в изменчивых, непостоянных условиях, и притом быстрейшим образом, он оказывается гораздо вернее перебора всех мыслимых вариантов.

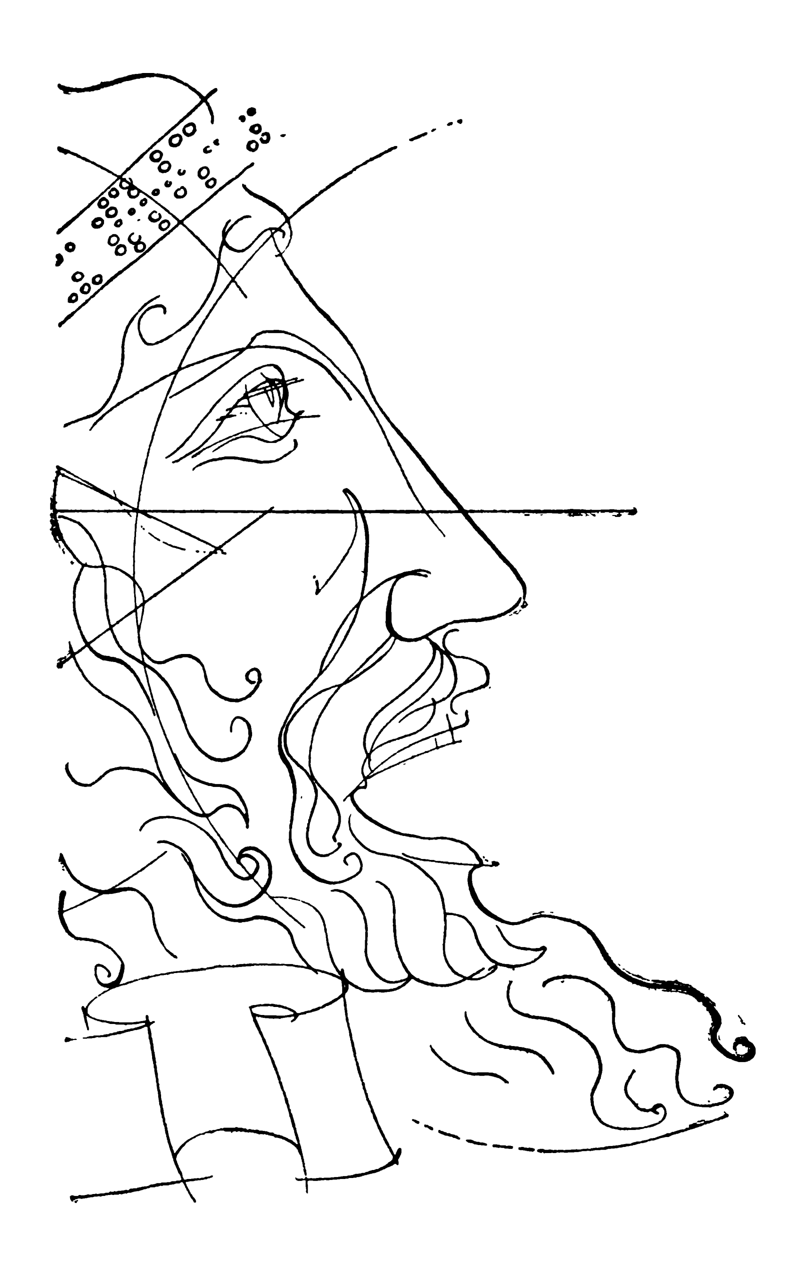
Именно благодаря такому избирательному способу действия мы и сумели найти решение многих сложных и трудоемких задач. Недаром он получил название эвристического — от греческого «эврика», что, как известно, значит «открытие», «догадка».

«Шаги по оврагу» — один из возможных эвристических приемов, используемых мозгом. Да и то он найден не психологами, а подсказан математиками. Искать алгоритмы наших мыслительных ходов очень непросто. Опыты психологов, проводимые по обычной программе, не всегда приводят к успеху. Поэтому сейчас нередко за психологические исследования берутся даже инженеры, задумавшие создать машины, способные к творческой работе. Они сами придумывают, как построить опыт, чтобы, решая задачу, человек раскрыл технологию своего ума и тем самым помог вывести формулу интуиции.

ГЛАВА 7

ЭВРИКА И ЭВРИСТИКА





ГДЕ ВЫХОД ИЗ ЛАБИРИНТА?

Несколько лет назад в Америке шахматные короли получили приглашение сыграть партию с машиной. Они отнеслись к этому предложению без особенного восторга. Кибернетика уже не была новинкой, и каждый из них не один раз пробовал свои силы в таком необычном соревновании.

Первый страх перед электронным противником давно прошел. Теперь шахматисты знали и сильные и слабые стороны автоматического игрока и были уверены в своей победе. Не таким уж умелым оказался электронный шахматист. Обыграть его не представляло большой трудности. Пока он там прикидывал и обдумывал все варианты, можно было успеть составить превосходную тактику игры и тогда уже не бояться, что машина вас обгонит. Слишком расчетливым и слишком педантичным был автомат. Он не мог отважиться на риск сделать неожиданный ход — знай себе взвешивает все «за» и «против» прежде, чем сделать самое обычное передвижение фигур.

Давно пора было инженерам понять, что шахматы — игра творческая, машинам недоступная. А они вот опять приглашают на очередную партию. И на что надеются?

Тем не менее в назначенный день и час приглашенные прибыли в вычислительный центр. Отказаться не позволял престиж.

Игра началась как обычно. Но уже после третьего-четвертого хода шахматисты почувствовали, что противник на этот раз гораздо сильнее. Не успели

они освоиться в новой обстановке, как игра закончилась — победила машина.

Один за другим подходили к шахматному столу чемпионы разных штатов и... терпели поражение. Электронный шахматист оказался на сей раз на высоте. Но почему? Что с ним произошло?

А произошло вот что. Инженеры решили создать машину, способную играть в шахматы так же творчески, как человек. Ясно, что мы пользуемся тут какими-то приемами, позволяющими сократить варианты ходов. Какими же?

Эти правила (во всяком случае, часть из них) легко можно найти в любом руководстве для начинающих. Ну, например, там даются такие советы: «Держите под контролем четыре центральных поля», «Прежде чем атаковать, обеспечьте безопасность своего короля», «Не атакуйте противника, пока не укрепили свои позиции». Каждый такой совет и есть, по существу, один из эвристических алгоритмов, которыми человек овладел на опыте за многие десятилетия, что играет в шахматы.

Проанализировав правила шахматной игры, трое американских психологов, Ньюэл, Шоу и Саймон, разбили их на шесть независимых целей: безопасность короля, материальное равновесие, контроль над центральными полями, развитие фигур, осада короля и продвижение пешек.

Этот порядок намеченных целей определяет последовательность действий, которые производит машина.

Сначала она постарается всеми доступными ей средствами обеспечить безопасность короля. Если это не удастся, она будет защищать его по мере возможностей. И только если король в безопасности, машина перейдет к следующей цели — учету возможных обменов фигурами, чтобы обеспечить достаточную защиту своих фигур. Затем электронный шахматист примется бороться за центральные поля и т. д.

С каждой из этих целей связан набор правил, по которым вырабатываются нужные ходы. Скажем, машина стремится завоевать центральные поля. Тогда

она сначала предложит продвинуть ферзевую пешку, затем королевскую. Потом она постарается помешать противнику сделать то же самое и уже затем начнет делать ходы, подготавливающие достижение следующей по ранжиру цели, например, укрепит защиту ферзя или короля.

Предлагаемый ход машина «прикидывает» с точки зрения всех шести целей, чтобы косвенно не навредить самой себе. Мало того. У машины может быть не один вариант каждого хода, а несколько. И тогда она должна выбрать лучший. Время для выбора ограничено, и, когда оно истекает, машина останавливается на самом приемлемом из всех обдуманных ею к этому моменту.

Работая по такой программе, машина оказалась способной разыгрывать довольно сложные партии и выходить победительницей, даже когда ее партнерами были мастера шахмат. А все потому, что не перебирала все возможные варианты, как первые электронные шахматисты, а действовала по определенному плану, проявляя при этом изобретательность и смекалку.

Шахматы вообще — идеальная модель эвристического мышления. Вот почему эта древняя игра стала сейчас чем-то вроде пробного камня для проверки новых идей эвристического программирования. А сокращать перебор вариантов можно по-разному. Свидетельство тому шахматный матч, начавшийся осенью 1966 года между советской и американской электронными машинами. Это не спортивное соревнование, а сравнение эвристических программ, составленных советскими и американскими учеными. Помимо чисто научного интереса, машина, успешно играющая в шахматы, сможет выполнять любую сложную деятельность, например плановика, диспетчера и т. п.

Электронный шахматист не был первым механизмом, работающим по эвристической, творческой программе. Просто тут нагляднее видны преимущества человеческого способа решать сложные проблемы. Да и создать машину, по-настоящему играющую в шахматы, было очень трудно. Вот почему, когда это,

наконец, удалось, об успехе инженеров сразу стало широко известно, хотя еще раньше те же трое ученых разработали другую эвристическую программу, более деловую.

Благодаря ей кибернетическая машина приобрела способность доказывать математические теоремы. Не просто логически вывести из некоего данного то, что отсюда следует, как делают школьники, а предложить новое научное доказательство, а это удается уже далеко не каждому математику и само по себе всегда большое событие в науке. За что ее и назвали «Логик-теоретик».

Как же действовал «Логик-теоретик»?

Ученые вложили в его память аксиомы, взятые из известной книги англичанина Рассела «Основы математики». Затем машине сообщили несколько теорем из первой части учебника. Это было, так сказать, «сырье». После чего будущему теоретику на примере одной из теорем продемонстрировали технику доказательства.

Обучение закончилось. Теперь машине стали давать описание исходных данных совершенно новых для нее теорем (их брали из второй части той же книги «Основы математики»), и она успешно доказала тридцать восемь из пятидесяти двух теорем. Конечно, никакого открытия в математике машина не сделала и вряд ли удостоится больших почестей за найденные доказательства.

Да это и понятно. Ведь она фактически выполнила уже проделанную раньше человеком работу. Правда, машина сумела предложить несколько оригинальных доказательств. А одно из них было короче и стройнее, чем у автора «Основ математики». Его даже собирались опубликовать в научном журнале как самостоятельное открытие, но редактор стал оспаривать приоритет машины.

Собственно, его возражения сводились к тому, что эту же самую теорему теперь можно доказать более простым способом, используя такие теоретические построения, которые не были в свое время известны ни

Расселу, ни вычислительной машине. Так подвиг машины и остался безвестным.

Но что из того, что «Логик-теоретик» заново переоткрыл уже известные теоремы? Для него-то они были новы и неизвестны. А изобретателям тоже случается по незнанию открывать уже открытое. Важно, что машина способна к таким же творческим деяниям, как и человек, ученый.

«Мы хотели понять, — говорили создатели «Логика-теоретика», — как математик приходит к доказательству теоремы, несмотря на то, что он вначале не знает, как решать поставленную задачу, и ему неизвестно вообще, сможет ли он ее решить».

Когда появились первые сообщения о машине, выполняющей сложную теоретическую работу, многие стали возражать, будто деятельность ее нельзя назвать подлинно творческой. Ведь «Логик-теоретик» только решает задачи, поставленные перед ним человеком, то есть лишь ищет ответ. Самостоятельно же выбрать проблему, которую нужно решить, машина не может.

Но это неверно. «Логик-теоретик» не просто умело решает задачи, он находит принцип доказательства, что равноценно настоящему открытию. Причем он думает «с конца»: не составляет план поиска от первого до последнего пункта, а ищет решение, отталкиваясь от конечной цели — доказательства теоремы. И, идя от конца к началу, машина выдвигает новые частные теоремы и ставит себе подцели доказать их. И делает это уже по собственному усмотрению.

Метод «мышления», который применяла машина, довольно часто пускаем в ход и мы с вами.

Мысленно идти в обратном порядке — один из многих эвристических приемов, используемых человеком при решении самых разных проблем. Он хорошо известен, например, всем, кто любит решать головоломки. Особенно наглядно его преимущества видны, если вспомнить, как легко найти выход из Т-образного лабиринта, проследив путь от места, где размещена цель, к началу, и как трудно это сделать, если идти в прямом направлении.



Стоит, может быть, упомянуть, что авторы детективных историй с «неожиданной» развязкой в самом конце нередко начинают обдумывать сюжет именно с развязки, а потом уже приходят к началу повествования. Так легче строить остросюжетный рассказ или роман. Читателям же предоставляется блуждать в нарочно запутанных сюжетных ходах с начала к концу, то есть он должен идти по лабиринту наиболее трудным путем.

Долгое время вообще считалось, что лабиринт (не Т-образный, а более сложный, напоминающий ветвистое дерево) превосходно иллюстрирует схему поисков любого сложного решения.

В центре такой паутины ходов находится цель — искомый ответ. Решая задачу, человек словно бродит по запутанным коридорам лабиринта: то заходит в тупики, то кружит на одном месте, то возвращается назад, чтобы снова двинуться вперед. И так, пока, наконец, не достигнет заветной цели — центральной площадки. Теория лабиринта, которая пришла в свое время на смену пресловутым пробам и ошибкам, на первых порах казалась весьма удачной. Опыты с живыми, а потом с механическими мышами, учившимися искать путь в лабиринте, стали классической моделью обучения. Поведение электронного Тезея Шеннона (как шутливо назвал он свою мышь) стало основой для решения многих сложных задач, скажем, игры в пять фишек (пятнадцать). Да и шахматные задачи — по существу лабиринт, только уж очень запутанный.

Но лабиринт, может быть, и помогает понять что-то в механизме мышления, однако характеризует его чисто внешне, не раскрывая внутренних пружин.

Конечно, если искать выход из лабиринта, применяя небезызвестный алгоритм «Британского музея» — простой перебор всех вариантов, это может продолжаться очень долго. Количество маршрутов в этом случае будет достигать астрономической цифры, так что и математик не сможет их пересчитать и выбрать правильный. Вместо лабиринта ходов возникают лабиринты формул, из которых выбраться нисколько не легче.

Нужны какие-то более экономичные приемы. Несомненно, нашему мозгу они известны, и он их успешно применяет. А вот как до них добраться исследователям?

Те же американские психологи — Ньюэл, Шоу, Саймон—попытались отгадать эвристические приемы, которые человек использует для решения самых разных задач: и при поиске математических доказательств, и при решении конструкторских задач, и при анализе физических проблем, и при создании музыки, и при постановке правильного диагноза, и при подборке необходимых красок или единственно

нужных слов. Короче говоря, они попытались объять необъятное: создать машину, способную решать самые разные творческие задачи — и научные и стоящие перед людьми искусства.

И такая удивительная машина была создана, вернее — разработана программа ее работы. Назвали ее не очень поэтично — «Универсальный решатель проблем», или сокращенно, по первым буквам английских слов: ДПС.

Взявшись за столь сложную задачу, ученые оказались перед запутаннейшим мыслительным лабиринтом. Как найти в нем кратчайшую дорогу к цели? Психологические эксперименты, проводившиеся раньше, не давали законченного ответа на этот вопрос. Они раскрывали какие-то отдельные детали поиска, не рисуя всей картины. Пришлось засесть за новые опыты, составленные по специальной программе.

Их участниками стали «вечные мученики науки» — студенты колледжа. Им написали несколько выражений, похожих на алгебраические. Например, такое: $P\ (\sim p > Q)$. И попросили преобразовать его в другое, которое выглядело бы так: $(Q V P) R$. Для этого давался набор правил. Думать, разумеется, надо было вслух.

Те, кто знаком с математической логикой, несомненно, узнают эти выражения. Студенты же рассматривали их как простой набор каких-то значков и букв. Это было сделано нарочно. Ведь машине в будущем тоже предстояло иметь дело с абстрактными символами. Чтобы машину и человека по возможности уравнять в правах, условия эксперимента и приблизили к обстановке, в которой должна действовать машина.

Кроме того, так можно было избавиться от всего лишнего: второстепенных деталей, ненужных эмоций, вольно или невольно сопровождающих психологический эксперимент, если он проводится в форме игры или заключается в решении разного рода головоломок или даже просто занимательных задач с «аквариумом», весами, свечкой и тому подобным.

Здесь задача была предельно суха и абстрактна.

Это была задача вообще. Больше двадцати студентов решали ее. И хотя они думали неодинаково, все же удалось обнаружить общие принципы, которыми руководствуется человек при решении разных проблем. Наиболее отчетливо выявились два эвристических приема. Один заключается в том, чтобы разложить сложную задачу на несколько частных, более простых и решать их по очереди, постепенно приближаясь к цели.

Практически это выглядит так. Человек анализирует задачу и видит, что у него нет средств превратить данные условия в искомое решение. Тогда он смотрит, нельзя ли уменьшить разрыв между условиями и требованиями. Найдя способ это сделать, снова сравнивает ситуацию, которая получилась в результате его действий, с конечной целью и ищет средства перевести новый вариант задачи в желаемое решение, и так много раз.



Прием этот так и был назван — «Анализ средств и целей». Если же описывать его не сухо, строго по-научному, то вернее всего было бы сказать, что он напоминает детскую игру в «горячо-холодно». Ведь тогда мы тоже ищем цель постепенно, проверяя, ближе

мы стали к ней, то есть «теплее» нам, или отдалились — и теперь нам «холоднее».

Но пытаться достичь основной цели, последовательно подменяя ее более близкими подцелями, можно не во всех случаях. Тогда человек поступает иначе. Он сознательно пренебрегает рядом деталей задачи, несколько упрощая ее. Такую упрощенную задачу решить легче. А приемы, использованные для этого, могут подсказать стратегический план решения основной проблемы. «Этот прием, — говорят авторы, — мы применяем, например, когда пытаемся найти пути урегулирования разногласий между народами по аналогии с тем, как мы решаем споры между отдельными людьми».

Ньюэл, Шоу и Саймон наделили машину способностью использовать два эвристических приема, кстати сказать, наиболее часто употребляемых людьми. Это метод «горячо-холодно» и упрощение, огрубление задачи.

Так появился на свет универсальный решатель проблем. И он развил довольно успешную деятельность, даже что-то делал в промышленности.

Однако «универсальным» он все же не оказался. И знаете, на чем машина споткнулась? На шахматах. Она решала сложные, серьезные проблемы, а в игре пасовала. И не удивительно. Ведь в любой самой сложной задаче всегда известна исходная ситуация — начальная площадка лаби-



ринта, и определена цель—центральная его площадка. А в шахматах область поиска не определена. Здесь столько «коридоров», «площадок», «тупиков», что перебрать все варианты маршрутов не под силу даже быстродействующей вычислительной машине. А подходящих алгоритмов в ее распоряжении не было.

Признать ограниченность своего детища американским психологам не очень хотелось. Кроме того, это означало, что какой-то важный механизм человеческого мышления им не удалось разгадать. Вот тогда они и принялись за новые поиски. Правда, они изучали теперь не столько особенности нашего мышления, сколько правила игры в шахматы, надеясь хоть косвенно проникнуть в секреты мозга, думающего над шахматной ситуацией.

Мы теперь знаем, что в какой-то мере им это удалось. Благодаря им машина научилась играть в шахматы «по-человечески» и стала достойным соперником чемпионов.

Но по сравнению с «Универсальным решателем проблем» это был скорее шаг назад. Как-никак та машина хоть и не умела играть в шахматы, зато воспроизводила особенности творческого процесса вообще, свойственного и ученым и поэтам. Иными словами, создавая ее, инженеры решили более общую проблему. А электронный шахматист, как ни был интересен сам по себе, помогал понять только одну сторону творчества. Перед учеными встал вопрос: какой путь предпочесть?

МЕХАНИЗМЫ УМА

Достаточно было пробить первую брешь, как открытия посыпались словно из рога изобилия. Вслед за шахматистом появился электронный игрок в шашки. Вначале он играл довольно средне — его обыгрывали даже неопытные игроки. Но новый игрок обладал способностью учиться. И вскоре так наловчился, что стал обыгрывать даже чемпионов.

Создали еще одну машину — математика. Она творчески решала задачи по геометрии, с которыми с трудом справлялись студенты-второкурсники.

Американские психологи получили заказ от промышленников — им необходимо было с научной точностью узнать, куда вложить и как лучше истратить деньги. Ученые пригласили к себе в лабораторию одного из самых опытных служащих банка и принялись изучать, как он думает. Это оказалось не таким легким делом. Ведь банковский служащий, чтобы решить, куда поместить деньги для наибольшей прибыли, должен выработать что-то вроде экономической гипотезы. После долгих доделок, переработок электронного финансиста все же удалось создать, и банкиры им как будто довольны.

Другие изучали совсем иную разновидность интеллектуальной деятельности — творчество композитора. И тоже небезуспешно. Мелодии, созданные его электронным собратом, гораздо больше напоминали настоящую музыку, нежели нотные упражнения первых композиторов от кибернетики.

Цели, которые ставили перед собой инженеры и психологи, создавая эвристические программы для вычислительных машин, были нередко диаметрально противоположными. Кто-то стремился научить машину составлять расписание движения поездов или просто уроков в школе. (Не думайте, это довольно каверзная работа, требующая «хитрости» и смекалки.)

А кому-то хотелось иметь электронного ученого, например биохимика. И чтобы он не только разрабатывал планы опытов, оценивал их результаты, выдвигал на этой основе какие-то гипотезы, но и сам проводил опыты с помощью механических рук.

Дело дошло до того, что в лабораторию Московского университета, где занимаются разработкой эвристических программ, стали обращаться с самыми неожиданными просьбами. Не можете ли сделать такого диспетчера, чтобы он работал творчески? Нужен начальник планового отдела «с живинкой к

делу». Пришлите электронного учителя, который мог бы быстро и толково устранять «дефекты» знаний.

Что делать? Неужели действительно каждый раз изучать образ мыслей диспетчера, плановика, учителя? И заново составлять программу для очередного случая?

Вряд ли это целесообразно. И московские психологи решили поступить иначе. Найти то общее, что есть в любой более или менее творческой работе. Установив, из каких форм складывается мыслительная деятельность и врача, и инженера, и музыканта, создать что-то вроде «крупных блоков». Скажем, блок «решения проблем», блок «самообучения», блок «распознавания сходных ситуаций» и тому подобные. И из них по мере необходимости собирать программу или для электронного врача, или для диспетчера.

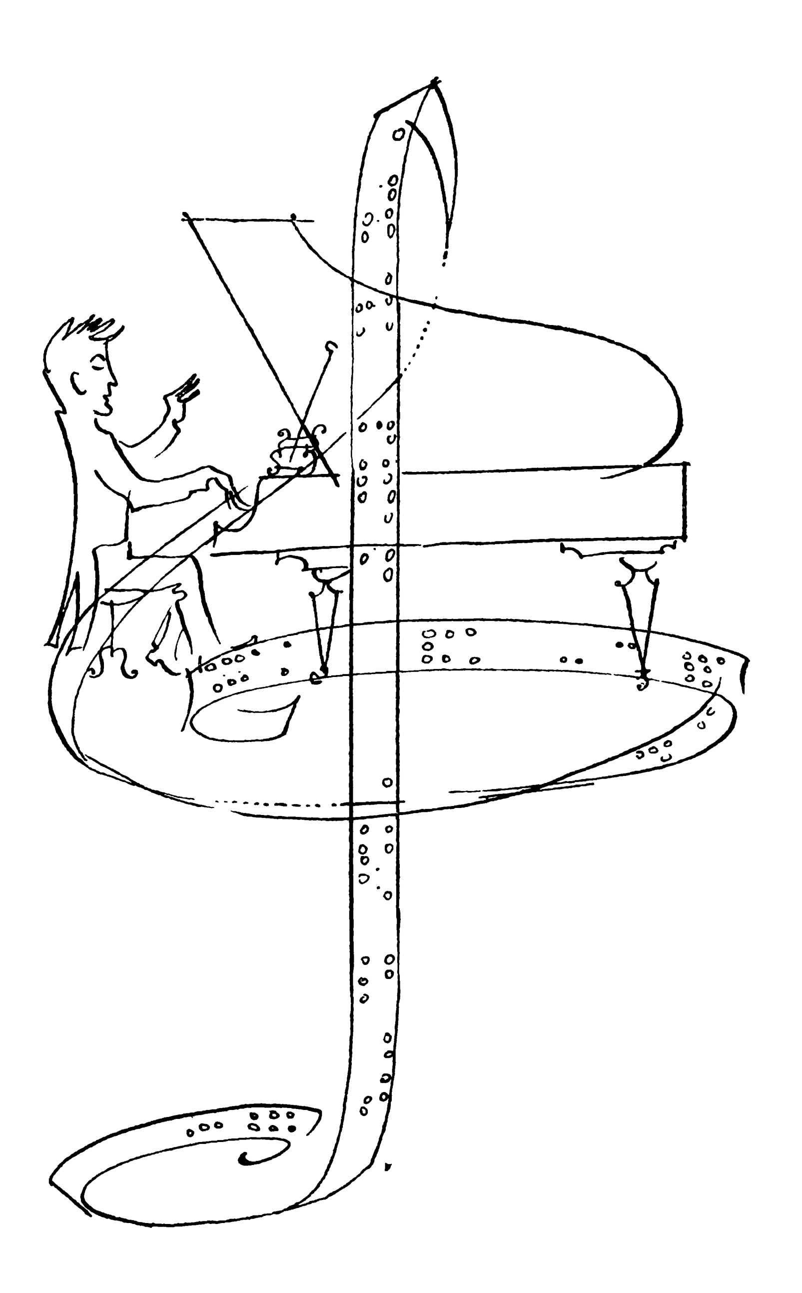
Этот путь не только более экономичен, он, так сказать, ближе по структуре к творчеству человека. Недаром же психологи говорят, что в разных творческих процессах — будь то работа инженера или художника — больше сходства, чем различий. В главном, основном творчество актеров, поэтов и ученых едино. (Вспомните хотя бы, что вы прочли в начале книги о трех китах творчества.)

Стало быть, создание универсального решателя проблем — более верный путь. И теперь перед психологами стоит задача разгадать новые алгоритмы, новые эвристические приемы творческого мышления.

Снова ученые обращаются к человеку, чтобы, во-первых, расшифровать многочисленные эвристические приемы, которыми он владеет, а во-вторых, попытаться воспроизвести их в думающей машине.

Разумеется, дело не сводится лишь к отгадке готовых приемов и способов мышления, как уже об этом говорилось раньше. Важно не просто выявить результат решения, а раскрыть процесс мышления в его динамике.

Психологи Московского университета пытаются, например, воплотить в виде программы ту особен-



ность мышления, которую можно назвать «чувством близости решения». Машина, даже очень умная, часто проходит буквально в двух шагах от нужного решения и продолжает поиски совершенно в других концах лабиринта. А человек, нередко еще не зная, как справиться с задачей, чувствует, что решение где-то совсем близко, и усиливает поиск именно в этом направлении. Разумеется, благодаря этому он докапывается до смысла гораздо быстрее.

Или вот, скажем, умение человеческого мозга оценивать перерабатываемую информацию с точки зрения ее значимости для решения задачи. При поиске решения человек сосредоточивает внимание исключительно на важной информации. Но как он определяет, какие именно сведения будут работать на пользу дела? Ясно, что здесь тоже не обходится без эвристических приемов, только каких?

Наконец, бывает так. У человека уже выработана программа действий для определенных обстоятельств, но несколько изменились сами обстоятельства. Как быть? Вырабатывать новую программу? Вряд ли целесообразно. Гораздо быстрее найти то звено, из-за которого оказалась неудачной вся система действий, и заменить его. Однако самое трудное как раз отыскать требующее переделки звено. А наш мозг успешно справляется и с этой трудностью. И опять ему помогают специальные алгоритмы. Вот бы разгадать их.

Вооруженные всеми этими дополнительными приемами, машины будут быстрее находить наилучшие решения самых разных сложных проблем.

Но этого, по мнению ученых, еще недостаточно. Человек не только владеет тысячью секретов находить пути к быстрейшему решению самых разных проблем, он еще накапливает опыт. И при решении любой следующей задачи оказывается вооруженным опытом разгадывания всех предыдущих, что очень помогает ему и делает его все сильнее в процессе самой творческой деятельности. Недаром же мы говорим «зрелый мастер» или «квалифицированный исследователь» о писателе, художнике, ученом, достиг-

шем большого совершенства в результате длительной и плодотворной работы в своей области.

Так вот, зрелые исследователи задались такой фантастической целью, как создание машины, которая тоже могла бы накапливать опыт и благодаря этому совершенствовать свои навыки и умения. Московские психологи уже сделали попытку создать самообучающуюся машину. В основу ее программы они положили факты, неоднократно наблюдавшиеся в опытах с людьми и, как это ни парадоксально звучит, с некоторыми животными.

Оказалось, что алгоритмы, благодаря которым запоминает полезную информацию голубь, входят как составная часть в довольно сложную мыслительную работу человека, например, при изучении им высшей математики.

Если вы хоть раз участвовали в каком-нибудь конкурсе, то хорошо помните, что его проводят всегда в несколько туров. Ни первый, ни второй туры еще не обеспечивают первенства победителям, они лишь отсеивают слабых участников. Наш мозг при обучении действует примерно так же. Он не сразу и не всю информацию запоминает, а много раз отсеивает менее важную. И только после нескольких туров отборочного конкурса откладывает нужные сведения в памяти.

Придирчивыми «экзаменаторами» служат промежуточные сигналы, промежуточные раздражители, возникающие в процессе анализа обстановки. Они сортируют информацию по значению. Предварительные сведения посылают в кратковременную память, на временное хранение. И только тщательно проверив, насколько они важны, решают: забыть их или направить в долговременную память, на постоянное местожительство.

Часть таких алгоритмов удалось разгадать и даже воплотить их в программе для машины. Но дело это довольно кропотливое, трудное и требует еще многих и многих исследований прежде всего того, как мы сами учимся. Вот почему одновременно с работой над программированным обучением появилась мысль

обойтись без программы. А что, если действовать так, как учили раньше мастера своих подмастерьев? По принципу: «Я тебе объяснять не буду, ты смотри и учись».

Нельзя ли так же поступить и с машиной? Это особенно важно в тех случаях, когда человек при всем желании не может объяснить, как именно он действует. Вот, скажем, мы отличаем буквы одну от другой или узнаем знакомых в толпе. Рассказать, как мы это делаем, человек не может, потому что совершает все опознавательные действия интуитивно. И тем более мы не можем написать машине подробную инструкцию, как отличить букву «А» от «Б».

Но учитель в школе тоже в этом случае ничего не объясняет первоклассникам. Он просто показывает им разные буквы и называет их. И они уже как-то сами учатся различать «А» от «Б».

Одновременно в нескольких странах машины без всякой программы усвоили основы азбуки. Успешный опыт натолкнул на еще более дерзкую мысль: заставить машину



учиться вовсе без учителя, поставив ее на место не школьника, а этакого Маугли, который сам, абсолютно без всякой помощи со стороны, научился бы, разглядывая буквы, понимать, что они чем-то отличаются друг от друга. Он, может, и не сумел бы назвать буквы так, как называем их мы, но зато придумал бы им свои имена.

Как, по каким признакам он классифицировал бы разные буквы? Наверное, что-нибудь вроде этого: «А» — уголок и горизонтальная палочка посредине, «Е» — три горизонтальные палочки и одна вертикальная, «О» — кружок, «Л» — уголок, обращенный острием вверх, и т. п.

Когда в одном из наших технических институтов инженеры взялись за эту невероятную затею, психологи только посмеивались: пробовать пробуйте, а что у вас выйдет?

Вышло же вот что. Вычислительная машина оказалась весьма способным «Маугли». Она довольно быстро определила, из каких «деталей» состоят разные буквы и что между ними общего. Машина сама установила разницу между «уголками», «кружочками» и «вертикальными черточками». Но тогда, выходит, у нее выработались простейшие понятия? Именно так и расценивают результаты своих опытов инженеры из Института автоматики и телемеханики.

Вот и встал опять «проклятый» вопрос о пределе возможности машин. Если машины не просто тупицы, быстро выполняющие вычисления, а им доступны мыслительные действия в таком широком диапазоне — от образования понятий до творчества, то, видимо, скоро настанет эра настоящих думающих автоматов?

Инженеры всегда были в этом вопросе бо́льшими оптимистами. Как только появились вычислительные машины, они заявили, что в принципе возможно автоматизировать любую умственную деятельность, если будут известны правила, по которым она происходит. Достаточно лишь разложить эти правила на элементарные машинные операции. «Конструкция автомата в данном случае не имеет решающего зна-

чения, — говорят они. — На обычной современной вычислительной машине можно промоделировать самые сложные формы мышления. Было бы только чем заполнять машинную память».

Но когда они увидели, с какими бесконечными подробностями приходится объяснять машине самые простейшие правила мышления (даже весьма еще несовершенные программы перевода с одного языка на другой состоят из 10—20 тысяч машинных инструкций), оптимизм их несколько поубавился.

А ведь многие мыслительные действия вообще не удалось представить в виде системы правил. Взять хоть то же распознавание знакомого лица или знакомой ситуации. Правила, по которым совершается эта важнейшая мыслительная операция, запрятаны где-то в глубинах подсознания и до них не так-то просто докопаться. Но, видимо, они достаточно сложны. Потому что все попытки составить аналогичную программу для машины привели пока только к тому, что машина смогла узнать лишь некоторые буквы, простейшие геометрические фигуры да цифры.

Как же «приблизить» машину к различным видам умственной деятельности, чтобы максимально разгрузить человека, оставив ему самые высшие, самые интересные, самые новаторские взлеты творчества?

Тогда-то и появилась мысль решить задачу моделирования умственных операций обходным путем. Снабдить машину не подробной программой действия, а лишь способностью учиться. Тогда в машину надо будет ввести небольшую исходную информацию. Все остальные сведения, необходимые для моделирования мыслительного процесса, она раздобудет сама в процессе учебы. Вместо подробного расписания работы машине дают основную рабочую программу, в которой описан только принцип действия. И «обучающую» программу, которая по ходу дела вносит исправления в первую.

Однако способные к обучению и самосовершенствованию машины не разрешили всех проблем, связанных с моделированием мышления. Центр тяжести про-

сто переместился. Стало проще составлять программу, зато дольше и сложнее учить машину.

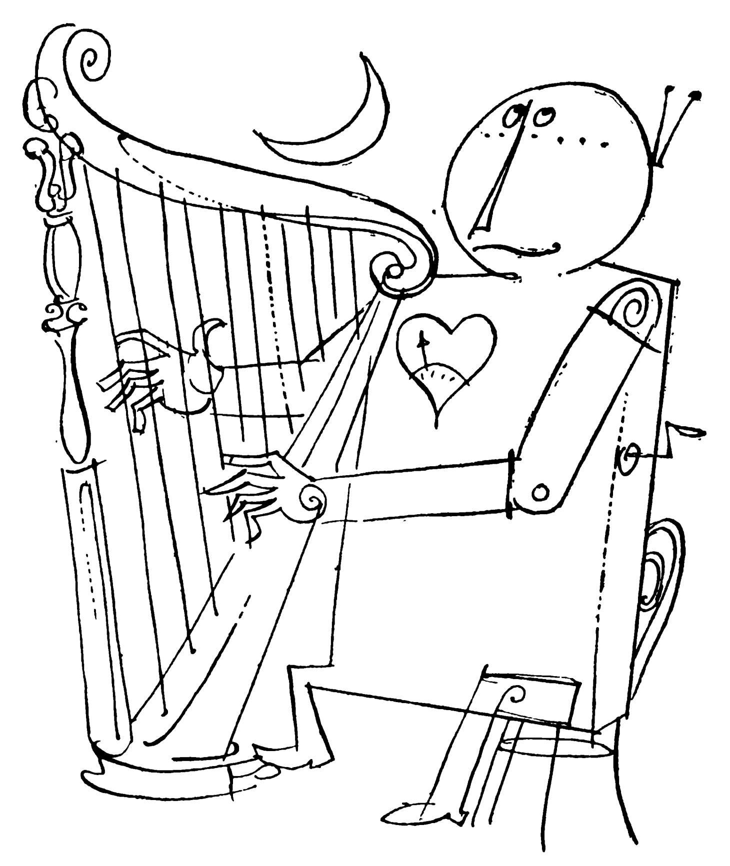
Учить машину думать ничуть не проще, чем человека. А результаты пока довольно средние. Так что ни о каком преимуществе машины не может быть и речи. Во всяком случае, пока исходные позиции электронного ньютона и школьника Петьки неравны (информация, закладываемая в начинающую учиться машину, намного меньше той, которой располагает первоклассник), человек может не бояться ее соперничества.

Очевидно, мало наделить машину способностью учиться. Надо еще начинить ее теми алгоритмами, теми эвристическими приемами, что составляют механизмы нашего ума. Тогда ее работа станет больше похожа на мышление человека. В справедливости этого мы с вами имели возможность убедиться на многочисленных примерах творчества машин.

Но мы также знаем, что и сам-то механизм человеческого мышления далеко еще не раскрыт. И надо прямо добавить: чем глубже исследовательская мысль человека обращается к познанию самого себя, тем более сложными предстаем мы с вами перед микроскопом науки и тем больше нового и неожиданного открывается в наших мыслительных способностях.

Мы с вами подошли сейчас к интереснейшей области. Вспомните: когда производили опыты над человеком, чтобы вырвать некоторые секреты его мышления и передать их машине, испытуемого приводили в состояние, близкое, если можно так выразиться, к машинному, — его ограждали от всех эмоций, насколько это возможно, от всех внешних впечатлений, помещая в специально изолированную камеру. Ведь машина бесчувственна. И ей требовалось дать «очищенную от посторонних примесей», бесчувственную человеческую мысль.

Нужно сказать, что бесчувственность счетно-решающих устройств, эта самая их машинная суть, рассматривалась с первых шагов кибернетики и рассматривается и сейчас как огромное их преимущество в решении целого ряда практических задач.



Не поддающиеся гневу, не расстраивающиеся от мелких огорчений, не подверженные человеческим эмоциям, комбинации электронных ламп и сопротивлений, пусть с машинной тупостью, но и с хладнокровием механизма, бесстрастно выясняют все «за» и «против» и дают точный математический ответ.

Такое преимущество управляющих машин остается за ними, пока их привлекают к роли диспетчера или другой подобной работе, выполняемой по твердому, заранее разработанному графику.

Но поскольку ученые и конструкторы задались

целью использовать машины и в таких областях, где даже от человека требуется вдохновение, встал вопрос об истинных механизмах этого вдохновения. Так ли уж не важны и не нужны эмоции человеку в его умственной деятельности?

Мы повседневно наблюдаем, как человек, который страстно стремится к цели, достигает несравненно большего, чем тот, кто работает с прохладцей, чем тот, кого данное дело не волнует. Нет ли тут связи между эмоциональной зараженностью человека и эффективностью его мышления?

И если уж взялись обучать машину самым продуктивным способам человеческого мышления, тогда выходит... В общем сейчас всерьез заговорили о создании не только думающих, но и чувствующих машин. Как выяснилось, эмоции им действительно нужны... чтобы лучше думать.

В самом деле. Любое наше мыслительное действие не является самоцелью. Оно совершается, так сказать, не из любви к искусству, а всегда бывает вызвано какими-то потребностями и мотивами, зависящими от чувств и настроений, которые мы в этот момент испытываем. И часто именно эмоции играют решающую роль в оценке различных ситуаций и даже отдельных мыслительных действий. Мозг как бы решает для себя, к хорошему или плохому результату приводит тот или иной этап переработки информации.

Киевский кибернетик Николай Михайлович Амосов предположил даже, что в мозгу существуют две самостоятельные программы — интеллектуальная (набор разнообразных эвристических приемов мышления) и эмоциональная (те самые потребности и мотивы, что определяют наше отношение к происходящему). Когда мы думаем, действуют обе эти программы, причем выбор алгоритма зависит от оценки, которую он получит по эмоциональной шкале.

Мало того, эмоциональная программа нередко даже изменяет интеллектуальную, так что образуется уже какой-то «сплав» из чувств и мыслей. Он-то и лежит в основе нашего мышления. И может быть,

принадлежность людей к художественному и мыслительному типу определяется тем, какая из двух программ играет у них первенствующую роль. Так или иначе, а многие кибернетики считают, что самые существенные недостатки эвристических программ можно будет устранить, если снабдить машины чем-то вроде эмоций.

Первую электронную модель эмоций киевляне уже создали. Их детище сможет испытывать печаль, тревогу, любопытство, негодование, горе, обиду, жалость — всего около пятидесяти разных чувств, настроений и даже страстей. Действия ее заключаются в ответах на вопросы. Машина анализирует не просто смысл того, о чем ее спрашивают, но учитывает и эмоциональную окраску вопроса. Потом она начинает думать, как ответить. И ответы ее зависят от «настроений» и «чувств», вызванных предыдущими вопросами и общим эмоциональным состоянием, которое задается заранее. Причем «темперамент» машины можно менять, усиливая одни чувства, ослабляя другие.

Работа эта только начата и важна не конечными результатами, а поворотом исследований мыслительной деятельности в сторону чувств. Легко понять, что, когда машина научится не только думать, но и чувствовать, она станет еще более сильным помощником человека.

Есть еще одна возможность усилить интеллект машины. Не обязательно ей начинать с «каменного топора» и самостоятельно проходить весь сложный путь становления ума. Можно сразу сделать ее умнее, снабдив всем тем опытом мышления, который накопило человечество — не каждый из нас, а именно все мы за тысячелетия сознательной жизни.

Снабженная таким коллективным опытом и творческими навыками, да при ее удивительном быстродействии, машина, по мнению современных кибернетиков, сможет превзойти своего создателя в поединке интеллектов.

Но кто даст нам в таком случае гарантию, что, «работая над собой», машина не создаст совершенно

новые эвристические приемы, неизвестные нашему мозгу? И не окажемся ли мы когда-нибудь перед необходимостью изучать творчество машины, подобно тому как мы изучаем сейчас творчество людей?

БУДЬ УМНЕЕ РОБОТА

Как только не называли наш век: и веком атома, и веком электроники, и веком химии, и веком космоса, и веком кибернетики — в зависимости от того, какая из наук вырывалась вперед. Естественно, что сейчас, с появлением на границе кибернетики и психологии новой науки — эвристики, у многих возникло желание признать за ней право на первенство.

Англичанин Саймон, первым создавший для машины эвристическую программу, заявил недавно: «Я думаю, мы можем согласиться, что XX век — это век эвристики». Конечно, он по-своему прав, но где гарантия, что через пару лет не будут совершены еще более грандиозные открытия, скажем, в биологии, и тогда станут столь же справедливо связывать нашу эпоху с новым триумфом в науке?

Между тем во всех этих определениях XX века есть одна общая черта. В химии ли, в физике или в кибернетике — всегда речь шла о большом количестве открытий, поставивших ту или иную науку впереди других. Невероятное обилие научных открытий — вот характерная особенность нашей эпохи. По данным ЮНЕСКО, девять десятых ученых всех времен и народов, совершивших важные открытия, — жители двадцатого столетия, наши современники. А предшествующие тысячелетия, вся многовековая история человечества — от Аристотеля до Сеченова — дала лишь одну десятую великих первооткрывателей.

Количество открытий и изобретений удваивается каждые десять лет. Причем темп развития науки все убыстряется. Подсчитано, что за последние пятна-

дцать лет сделано столько же научных открытий, сколько за всю предшествующую историю науки! Так не правильнее ли было бы назвать наш век эпохой открытий?

В конце XIX века на всем земном шаре научными исследованиями занимались едва пятьдесят тысяч человек. К середине XX столетия их было уже четыреста тысяч. Сейчас во всем мире ученых, активно двигающих науку вперед, свыше двух миллионов.

Если теперешние темпы даже не ускорятся, а хотя бы останутся на таком же уровне (а наука развивается по геометрической прогрессии!), то через каких-нибудь сто-двести лет наукой должно будет заниматься все население нашей планеты. Поистине речь идет о грядущей «промышленности открытий», как ее справедливо называют.

И как всякой индустрии, ей нужна соответствующая техника. Такими современными механизмами, способными автоматизировать умственный труд, и служат вычислительные машины, которые могут не просто решать отдельные задачи, большей частью уже давно решенные людьми, а быть настоящими действенными помощниками человека в высокоинтеллектуальной работе.

Это по силам машинам, работающим по эвристическим алгоритмам, машинам, созданным, чтобы делать открытия. Известный ученый, директор Киевского института кибернетики Виктор Михайлович Глушков считает, что речь должна идти о комплексной автоматизации таких высокоинтеллектуальных творческих процессов, как развитие науки и техники.

«Уже сегодня существуют системы, — говорит он, — позволяющие автоматически производить сложные физические эксперименты с одновременной обработкой полученных экспериментальных данных в виде, готовом для публикации. Ведутся эксперименты с программами, выводящими сложные логические следствия из имеющихся в распоряжении исследователя фактов. Планируются работы по созданию программ, строящих теорию, которая простейшим

образом объединила бы сложный экспериментальный материал. Высказаны первые идеи о путях построения программы, которые формулировали бы новые интересные идеи в математике... Уже сегодня электронная машина в нашем вычислительном центре может вывести любые теоремы алгебры так называемых вещественных полиномов, в том числе и те, которые не выведены человеком».

Как скоро настанет пора такой «кибернетизации научного творчества»? Академик Глушков уверен, что очень скоро. Сразу же после «кибернетической десятилетки» в экономике, с которой, по его мнению, надо начинать массовое внедрение кибернетики в нашем народном хозяйстве.

На помощь ученым придут электронные ньютоны, умеющие «думать» не только очень быстро и логически стройно, но и пусть несколько приблизительно, с некоторой долей вероятности, зато с помощью так называемых «скачков ума», внезапных откровений, интуитивных догадок, и составляющих суть творческого мышления.

Рациональная в своей основе, наука движется вперед не за счет только простого рассуждения, а главным образом благодаря способности ума освобождаться от оков железной логики — мыслить широко, остроумно, порой парадоксально, забегать далеко вперед, воображать иногда то, что еще не получило подтверждения фактами.

Мысль человека всегда основана на чувствах, она всегда эмоциональна, хотя эта сторона деятельности ума не бросается в глаза и потому гораздо меньше изучена. Тем более это относится к мыслительной работе ученых и вообще творческих людей. Кто-то остроумно сказал, что эмоции — «закулисный дирижер» творчества. И дирижер этот играет не второстепенную, а главную роль в поисках нового.

Когда эмоциями снабдят машины, они смогут «думать» еще более творчески. Не обязательно им впадать в экстаз, вдохновенно «щелкать цифрами». Не знаю, доведется ли им переживать минуты вдохновения, творческого подъема, но без воображения

и интуиции (их электронных моделей, разумеется) им не стать подлинными ньютонами. Тем более что им придется работать на науку XX столетия — науку «безумных идей» и фантастических открытий.

Весь XIX век да и начало нашего ушли в значительной степени на собирание фактов — подготовку фундамента колоссального рывка вперед, который знаменовался такими невероятными, с точки зрения здравого смысла, открытиями, как теория относительности или антимир. Сами физики назвали эти теории «безумными» в хорошем смысле. И несмотря на уже обнаруженные парадоксы, по признанию многих ученых, современная наука нуждается в новых «сумасшедших» теориях.

Этого не смогут сделать трезво рассуждающие умы. XX веку нужны ученые-фантазеры, ученые-мечтатели, люди гибкой и смелой мысли, способные оторваться от канонов старых теорий, вырваться за пределы прежнего знания. И если вы — будущие ученые, инженеры, художники—хотите стать участниками великих деяний своего времени, учитесь думать широко, эмоционально, творчески. Помните: у вас есть теперь конкурент и ваш ученый друг — машина.

Как не дать себя обогнать электронным ньютонам? Видимо, прежде всего иначе учиться и учить, что, пожалуй, даже важнее. Когда у нас появятся автоматические библиографы, переводчики, справочники, не будет необходимости разыскивать немыслимое количество фактов и загружать ими свою память.

Нам надо сосредоточить внимание на другом — изучать не летопись науки, а ее принципы, суть составляющих ее открытий, чтобы на примере физики или химии познакомиться с методами познания и затем овладевать новыми, более совершенными способами обобщения и анализа, разнообразными приемами мышления. А для этого еще со школьной скамьи не просто набираться знаний, но и учиться думать.

Собственно, первому мы школьников учим, а вот второму — умению думать — предоставляем учиться самим. Кто поспособней, интуитивно доходит до пра-

вильной технологии мышления. Менее способные ученики нередко уходят из школы, унося багаж пассивных знаний, а умения активно пользоваться ими так и не приобретают.

Как же научить школьников сложному искусству мышления?

Ввести в число школьных предметов логику, представляющую собой как раз описание технологии мышления? Но во многих школах преподают логику, а существо дела не меняется. Ученики выучивают, какие формы выражения мыслей правильные, какие неверные, но лучше мыслить от этого не начинают. Не хватает опять того же — умения пользоваться приобретенными навыками.

Выходит, надо не просто знакомить школьников с описанием разных форм мышления, а вырабатывать у них способность думать: «делать» рассуждение, строить умозаключение и т. д. Или, как сказали бы кибернетики, выявить алгоритмы умственной работы и обучить им школьников.

Такие опыты обучения науке думания на основе выводов эвристики ставятся.

Прежде всего попробовали разложить мысленно процесс решения геометрических задач на отдельные операции — один из очень эффективных алгоритмов, как мы знаем, — и обучать им школьников восьмых классов.

Результаты оказались очень хорошими. Школьники, изучавшие геометрию в течение двух с половиной лет и так и не научившиеся решать задачи, после непродолжительного обучения специальным алгоритмам вдруг проявили способности к математике. Теперь они запросто решали большинство задач, которые до этого представляли для них камень преткновения. А тот, кто и раньше хорошо справлялся с этими задачами, применяя вновь разработанные правила, стал соображать еще лучше.

Этот первый опыт обучения умению думать был проведен несколько лет назад. Его успешные результаты натолкнули на мысль: а не помогут ли аналогичные алгоритмы овладеть и правильным правопи-

санием, что составляет обычно наибольшую трудность.

При ближайшем рассмотрении выяснилось, что и тут дело сводится к определенным правилам решения «грамматических задач» — описания действий, которые надо совершить, чтобы определить, например, простое предложение или сложное.

Такой алгоритм состоит всего из трех частей. Прежде всего надо проверить: есть ли в предложении подлежащее. Если да, необходимо определить, нет ли «лишних» сказуемых, не относящихся к этому подлежащему. Есть? Значит, предложение сложное и запятую ставить придется, как, скажем, во фразе: «Поезд ушел, и его огни скоро исчезли». Нет? Тогда предложение простое, и разделять его знаками препинания не нужно. Ведь не поставите же вы запятую в выражении: «Взошла луна и бледным сиянием своим осветила море».

Другое дело, если первый контрольный вопрос дал отрицательный ответ: подлежащих в предложении не оказалось. Тогда надо проверить его по дополнительным признакам. Посмотреть, не выражены ли все сказуемые глаголами в третьем лице множественного числа.

Предположим, это не подтвердилось. К примеру, фраза выглядела так: «Темнело, и начинало холодать». Вывод: предложение сложное, запятая нужна. А если сказуемое стоит в третьем лице множественного числа, скажем: «В саду нашли зарытый клад старинных монет и передали его в музей»? Тут придется установить, производят действие в обоих случаях одни и те же лица или нет.

В нашем примере клад нашли люди, которые передали его в музей. Значит, предложение простое. А вот в предложении: «Приемник отнесли в мастерскую, и быстро починили» — запятую придется поставить. Ведь отнесли его владельцы, а починили мастера.

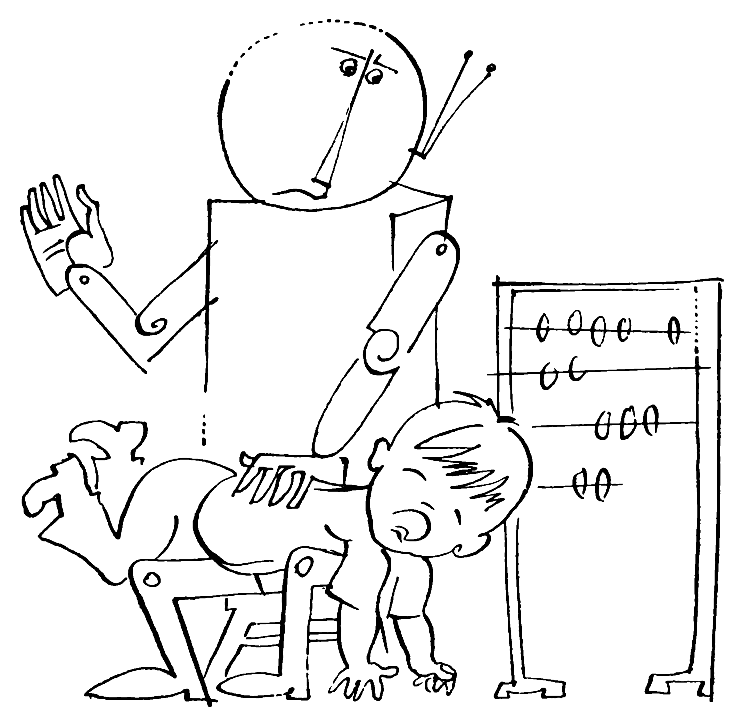
Вот и весь набор правил. Вспомните: вы не учили их в школе. Это не сокращенный вариант очередной главы из учебника русского языка, а как бы план

размышления на одну из грамматических тем, алгоритм правописания.

Попробуйте применить его на практике, и, если вы даже не корректор по профессии, то убедитесь в определенных выгодах такого упрощенно-скоростного метода нацеленного размышления.

По аналогичному плану может работать и кибернетическая машина. Исследователи, подготавливавшие программу для машин-переводчиков, как известно, столкнулись с тем, что существующие грамматические правила с трудом воспринимались машиной. Пришлось разрабатывать специальный машинный вариант их. Это и был, по существу, алгоритм обучения машины русскому языку.

Машинный и человеческий алгоритмы, разумеет-



ся, неодинаковы. Ведь мозг совершеннее машины, и то, что школьнику ясно с полуслова, машине надо тщательно «разжевать». Но в принципе речь идет об одном и том же — о создании правил, так сказать, «грамматического мышления».

Когда эти алгоритмы применили на практике, грамотность школьников резко повысилась. Они делали теперь в пять-семь раз меньше ошибок по сравнению с контрольной, кибернетически не обученной группой.

Но иногда и среди первых попадались «неисправимые» двоечники. Что же мешало этим ученикам писать грамотно? Ведь они владели секретом правильного мышления.

Оказалось, мало составить надежный алгоритм того или иного предмета. Надо разработать алгоритм самого обучения и строго придерживаться его. Иными словами, не просто передавать знания, а активно управлять процессом обучения.

В самом деле, сейчас ученик для преподавателя что-то вроде «черного ящика», с которым так любят сравнивать инженеры мозг человека. Учитель знает, что «ввел» какие-то сведения в голову ученика. А как они усвоены, что осталось в его памяти, что проскочило мимо сознания — неизвестно. Виден только результат: ученик стал решать задачи лучше, писать грамотнее или так и не научился ни тому, ни другому.

Но почему, что, грубо говоря, «не сработало» в его голове? Об этом можно только догадываться. Ведь все происходящее в сознании школьника во время урока, фигурально выражаясь, закрыто от преподавателя «непроницаемым футляром», подобно тому как скрывает «черный ящик» — черепная коробка — физиологические процессы в мозгу.

И все-таки многими физиологическими процессами научились управлять извне. Почему бы не попробовать управлять и психологическими процессами во время обучения? Конечно, это гораздо сложнее, но в принципе ничего невозможного тут нет. Мозг человека, разумеется, самопрограммирующееся устройство. Только надо ли предоставлять ему «становиться на

ноги» самостоятельно? Не лучше ли вмешаться в самообучение мозга и направить его психологический рост и развитие. А ведь обучение — частный случай управления, изучаемого кибернетикой.

Что необходимо для успешного управления? Хорошая обратная связь. Между тем именно ее и нет в современном процессе обучения. Учитель может детально объяснить задание, а ученик будет «считать ворон» и ничего не усвоит. И тогда усилия преподавателя пропадают зря. Другое дело, если бы в любое мгновение он получал «обратные» сведения об усвоенных знаниях.

Но мыслимо ли это? Вычисления показывают: за двадцать минут урока учитель должен получить по крайней мере сто пятьдесят подтверждений, что ученик слушает и понимает его объяснения. А ведь в классе не один школьник — их человек двадцать или тридцать. Разве успеешь принять ответы от каждого?

Так родилась мысль — поручить роль контролера обучения кибернетической машине. Пусть к ней ежесекундно стекаются сообщения от каждого школьника. Она же будет определять качество ответов и давать новые задания.

Представьте класс, в котором никто не отвечает урок вслух. Каждый школьник работает за персональным пультом: нажимает кнопку ответов, читает вспыхивающие на экране новые вопросы, опять выполняет задание. Чуть зазевался или отвлекся, «счетчик активности» ставит минус.

Такое управляющее обучающее устройство заставит ученика все время быть внимательным, оно позволит учитывать индивидуальные способности школьников и даст возможность каждому работать в наиболее выгодном для усвоения знаний темпе. А главное — предупредить от выработки неправильных навыков, неверных логических построений, поможет быстрее овладеть приемами активного мышления. Ведь машина будет вмешиваться в сам ход обучения, давая сигнал ошибки в момент ее совершения.

В какой-то мере такие машины можно назвать

«диагностическими». Только они будут ставить диагноз не болезни, а находить ошибки в умении думать и исправлять их. Запомнив все неправильные логические действия ученика, машина выдаст учителю подробный диагноз мыслительных процессов каждого школьника.

Одной небольшой кибернетической машины хватит для управления обучением целого класса. И никто не будет «стоять в очереди» за вопросом. Машина обслужит всех одновременно. Сколько можно успеть за время такого насыщенного управляемого урока!

Обучающие машины такого рода — пока еще предмет мечтаний. Но уже созданы более простые варианты их: машина-экзаменатор, машина-репетитор.

Применение кибернетики в школе не ограничивается созданием обучающих машин. Вопрос ставится гораздо шире: использовать идеи и методы науки об управлении для совершенствования самого процесса обучения. И это не самоцель, а стремление научиться активно управлять человеческой психикой, его мыслительной деятельностью.

Воспитываемое прежними методами мышление детей зачастую так и не выявляло подлинных возможностей ума и оставалось пассивным, школярским. Конечно, отдельные способные ученики у некоторых талантливых педагогов преодолевали барьер школярского мышления и овладевали настоящими его формами. Но чаще это происходит в студенческие годы, когда человек начинает работать головой творчески, самостоятельно.

В чем главный недостаток того, как нас с вами учили в школе? Да прежде всего в том, что нам преподавали, продвигая наш ум от конкретного к общему. Но ведь это вовсе не запрещенный прием. Именно так были сделаны и делаются до сих пор большинство открытий в науке.

Дело в том, что ребенку незачем, как доказали теперь психологи, повторять весь путь поисков, пройденный каждым ученым или наукой в целом. Ведь ребенок осваивает то, что уже добыто, найдено человечест-

вом. Поэтому учение надо начинать с того, к чему ученые пришли в результате своих поисков, то есть с теоретических понятий.

Первые эксперименты такого рода уже проделаны. В одной из московских школ, например, первоклассники успешно овладевают алгеброй. И это оказалось вполне им по силам. Мало того, они, как отмечают учителя, вообще стали лучше думать, их мышление стало более теоретическим, если можно так сказать.

Кто знает, может, когда-нибудь школьник Петька и впрямь будет с первого класса Ломоносовым? Во всяком случае, лед тронулся: над тем, как учить думать, стали думать.

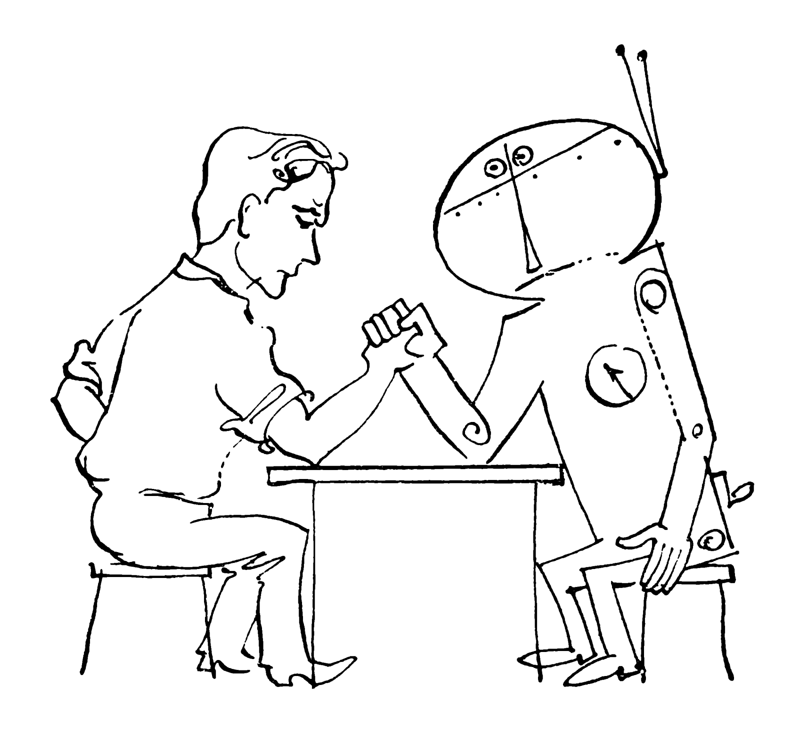
Проектов разных много, но, по существу, речь идет об усовершенствовании технологии мышления, иными словами — о создании более оперативной, действенной логики.

Мысль, что пора «обновить» и развить эту незаслуженно заброшенную науку, все чаще поднимают теперь самые разные специалисты: педагоги, инженеры, ученые.

И не мудрено. Давно говорят о перегрузке школьников. Человечество быстро накапливает знания. А каждому следующему поколению приходится начинать с азов. Как вместить в памяти увеличивающийся груз необходимых сведений? Ясно, что, помимо косвенных мер, касающихся пересмотра учебных программ, необходимо рационализировать сам процесс обучения, чтобы школьники могли усвоить максимум сведений в минимальные сроки. Но для этого и придется усовершенствовать технологию мышления.

А непосредственно итоги добытых знаний? Разве не должны они быть более обобщенными, как бы спрессованными, чтобы человек успел узнать и «переварить» несметные богатства науки? Это требует специальной работы по «уплотнению» разнообразных сведений. И тут опять-таки не обойтись без новой логики, диктующей законы формирования обобщенных знаний.

Но предстоит не только усваивать известное. Не меньшее значение имеет и «добывание» новых зна-



ний, которое не может тоже быть успешным при старых методах научного мышления. Недаром известный ученый Джордж Томпсон, автор книги «Предвидимое будущее», заявил: «Наш век знаменует собой начало науки о мышлении». Он, конечно, имел в виду широкий разворот этой науки на принципах мышления, открытых недавно.

И не беспокойтесь: у нас с вами «хватит ума» для самых больших свершений. Психологические исследования последних лет убеждают, что возможности нашего мозга поистине неисчерпаемы.

Вот что пишет, к примеру, известный английский популяризатор науки Артур Кларк:

«...Могущество нашего мозга, его потенциальные возможности очень велики, до сих пор мало используются и, вероятно, даже не полностью разгаданы на-

ми. Вероятно, 99 процентов способностей человека растрачивается попусту; даже сегодня люди, считающие себя культурными и образованными, работают, за всю жизнь постигая на мгновение те могущественные, но глубоко скрытые возможности, которыми располагает их разум».

А эти слова принадлежат нашему соотечественнику, ученому и писателю Ивану Антоновичу Ефремову:

«Как только последние достижения современной науки позволили нам ближе познакомиться с устройством и работой человеческого мозга, нас сразу же поразила его гигантская резервная мощность. Если бы мы умели заставить наш мозг работать хотя бы в половину его возможностей, то для нас никакого труда не составило бы выучить десятка четыре языков, запомнить «от корки до корки» Большую Советскую Энциклопедию, пройти курс десятка учебных заведений...

Человечество за многие тысячелетия своего существования еще не научилось учиться. Открытие секретов учения, преодоление мощных защитных систем психики, немедленно вступающих в действие при отсутствии интересов, при переутомлении однообразием, должно стать одной из главных возможностей общего подъема интеллектуального уровня здорового человека коммунистического будущего».

Как видите, судьба нашего разума в наших руках.

Что же касается того, кто придет к финишу первым — люди или машины (о чем так часто спорят в последнее время), то лучше всего об этом сказал сам автор кибернетики Норберт Винер в своем последнем интервью. Его спросили.

«Иногда приходится слышать, что будут созданы машины, которые превзойдут способности человека. Согласны ли вы с такими высказываниями?»

И он ответил: «Я бы сказал так: если человек окажется менее способным, чем машина, то это будет очень плохо. Но в этом вовсе нельзя обвинять машины. Это придется расценивать, как крах человека по его собственной вине».

СОДЕРЖАНИЕ









Сапарина Елена Викторовна

«АГА!» И ЕГО СЕКРЕТЫ. М., «Молодая гвардия», 1967.
240 с. с илл. .6П2 15

Редактор *Л. Антонюк*
Худож. редактор *Ю. Позин*
Техн. редактор *Е. Брауде*

А09017. Подп. к печ. 25/V 1967 г. Бум. 84×108 1/32. Печ. л. 7,5(12,6). Уч.-изд л. 11,7 Тираж 65 000 экз. Заказ 2596. Цена 55 коп. Т. П. 1966 г., № 131

Типография изд-ва ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Москва, А-30, Сущевская, 21.

55 коп.



ЕЛЕНА ВИКТОРОВНА САПАРИНА

По профессии Елена Викторовна Сапарина — журналист. В 1954 году она окончила факультет журналистики МГУ и десять лет заведовала отделом науки в журнале «Знание — сила».

«Ага! и его секреты» — пятая книга Елены Викторовны Сапариной. Ее первая книга, «Небесный землемер», вышла в 1959 году в издательстве «Молодая гвардия», здесь же через три года вышла «Кибернетика внутри нас», а в 1964 году — «О чем молчат медузы». Несколько раньше, в 1963 году, Детгиз выпустил ее книгу «Тортила учится думать».

Интересы Елены Викторовны довольно широки и многообразны: от биологии до кибернетики, от бионики до психологии и эвристики. Обо всем этом она и рассказывает в своих книгах.

МОСКВА, 1967
МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ